

El futuro de la

COMIDA

MAÍZ, EL GRANO QUE FORMÓ UN HEMISFERIO

NGENESPANOL.COM | OCTUBRE DE 2014

NATIONAL GEOGRAPHIC

A UN LADO, T. REX

EN BUSCA DEL
MÁS GRANDE
Y MALVADO
DEPREDADOR
QUE HAYA
PISADO LA
TIERRA

LA VERDAD SOBRE LOS
TRANSGÉNICOS

SVANETIA, REFUGIO
MEDIEVAL EN EL CÁUCASO



0 37634 13674 4 10

ESTADOS UNIDOS 4.95 DLS. PUERTO RICO 3.95 DLS. REP. DOMINICANA \$115.00

Suscríbete a



**NATIONAL
GEOGRAPHIC
EN ESPAÑOL**

digital

¡hoy!

Ahora también en formato digital a través del portal de Zinio.
Tu mejor opción para disfrutar de tu revista favorita 24/7.

Para la versión impresa llamar al 800-288-6677



Visítanos en:

www.televisapublishing.com

powered by  **zinio™**



@RevistaNatGeo



www.facebook.com/RevistaNatGeo



www.instagram.com/NatGeoMex



JAMES NACHTWEY

88

OCTUBRE DE 2014

2 COMIDA El grano que construyó un hemisferio

Diez apuntes a tomar en cuenta para garantizarnos un futuro en el que haya maíz.

Por JJ Luna y Julieta Sánchez Quiroz
Fotografías de Mauricio Ramos

22 COMIDA La próxima revolución verde

Los supercultivos serán de utilidad, pero la biotecnología no bastará para evitar la crisis alimentaria.

Por Tim Folger
Fotografías de Craig Cutler

46 Las piezas del pollo

Todos tienen una pieza favorita en este mercado global de miles de millones de dólares.

48 Escondite medieval en las montañas

En la región Svaneti de las montañas del Cáucaso en Georgia, siguen vigentes las costumbres de la Edad Media.

Por Brook Larmer
Fotografías de Aaron Huey

70 Rey cretácico

Conoce al *Spinosaurus aegyptiacus*, el mayor carnívoro que haya caminado, o nadado, sobre la tierra.

Por Tom Mueller
Fotografías de Mike Hettwer

88 Un mundo aparte

Se protegerán las impolutas islas de la Línea.

Por Kennedy Warne
Fotografías de Brian Skerry

3 preguntas

EXPLORA

- *Aves en cautiverio climático*
- *Tornillos de seda; lagos de metano*
- *Artefactos yupik*
- *Comida vs. combustible*
- *Isla Fire después de Sandy*
- *Vehículos híbridos; satélites de Urano*
- *Comida a la carta*

IMÁGENES

Foto del lector
Bajo la lupa

Instintos básicos

En portada

Con afilados dientes separados y una veleta de dos metros sobre la espalda, el *Spinosaurus* reinaba a mediados del Cretácico en lo que ahora es el norte de África.

Foto de Mike Hettwer, con la colaboración de Mark Thiessen.

Inspiración para cuidar el planeta

National Geographic Society fue fundada en Washington, D. C., como institución científica y educativa sin fines de lucro "para el incremento y difusión del conocimiento geográfico". Desde 1888, la Sociedad ha apoyado más de 9000 exploraciones y proyectos de investigación, contribuyendo al conocimiento de la Tierra, los mares y los cielos.

DIRECTORA EDITORIAL / PUBLISHER

Fernanda González Vilchis

EDITORIAL

Claudia Muzzi

EDITORA

Erick Pinedo

REDACTOR

ARTE

Virgilio Valdés

DIRECTOR DE ARTE

Daniel Somohano

DISEÑADOR

WEB

Mónica Valladolid

EDITORA WEB

Viridiana Lazarini

COMMUNITY MANAGER

Bogart Tirado

DIRECTOR CREATIVO

Julia Santibáñez Escobar

DIRECTORA EJECUTIVA

COLABORADORES EXTERNOS

Luis Ernesto Nava

Jessica Juárez

EDITORES DE CIERRE

Oswaldo Barrera

CORRECCIÓN DE ESTILO

CONSEJO EDITORIAL

Carlos Galindo Leal

Rodolfo Lacy

Mario Molina

Antonio Peimbert

Patricio Robles Gil

Samuel Ponce de León

José Sarukhán

Leonardo López Luján

COORDINACIÓN DE ASESORES

David Vázquez Ruiz

TRADUCTORES

Revolución verde: Ofelia Arruti • Svanetia: José

Ignacio Rodríguez • Espinosaurio: Marco A. Vargas •

Pollo en pedazos: Carmen Navarrete • Islas de la

Línea: Claudia Itzkowich • Secciones: Carolina

Alvarado y Quentin Pope.

PRODUCCIÓN

América del Sur: Maximiliano Vivanco GERENTE

Colombia: María del Pilar Sosa GERENTE

Estados Unidos/Puerto Rico/México:

Refugio Michel DIRECTORA

DIRECTORES GENERALES

Argentina: Luis Castro

Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú y C.A:

Luis Fernando Posada

Estados Unidos y Caribe: Sergio Carrera

Director de Operaciones México: John Jairo Mejía

GERENTES GENERALES

Centroamérica: Francisco Campos

Chile: María Eugenia Goiri

Ecuador: Hernán Orosco

Venezuela: María Rosa Velandía

VENTAS

Argentina: Adrián de Stefano DIRECTOR COMERCIAL

Directora Comercial Salvador, Costa Rica y Panamá Edith

Martínez

Directora Comercial Guatemala, Honduras y Nicaragua

Karla Cardona

Brand Manager Panamá

Sharine Tong

Brand Manager Costa Rica

Iris Bendror

Chile: Alejandra Labbé GERENTE DE VENTAS

Colombia: Patricia Botoro Sáenz GERENTE DE COMERCIAL

Ecuador: María Fernanda Miranda JEFE DE VENTAS GUAYACIL

Ecuador: Belén Miranda COORDINADORA DE VENTAS QUITO

Estados Unidos e Internacional:

Madelin Bosacki DIRECTORA DE VENTAS

María Parets GERENTE DE VENTAS LUXURY GOODS

México: Oscar Gaona, Christian Rojas, Héctor Lebría

DIRECTORES DE VENTAS

Perú: Carmen Rosa Villanueva JEFE DE VENTAS DE PUBLICIDAD

Venezuela: María Claudia Moreno JEFE DE VENTAS

ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS

Centroamérica: Gustavo De León

Internacional: Hugo Ríos DIRECTOR

Argentina: Miguel Ángel López DIRECTOR

Chile: Juan Carlos López GERENTE

Colombia: Adrián Martínez GERENTE

Ecuador: Alicia Vela GERENTE

México: Oziel Fontecha DIRECTOR

Perú: Lidia Fernández GERENTE

Venezuela: Karina Onofre GERENTE

MARKETING Y SERVICIOS CREATIVOS

Argentina: Valeria Polczak GERENTE

Chile: María Paz Aguirre

GERENTE DE MARKETING

Colombia: Liliana Sotomonte GERENTE

Estados Unidos/Puerto Rico: Alan Sánchez

GERENTE DE MERCADO

México: Patricia Cárdenas Godoy DIRECTORA DE MARKETING

CIRCULACIÓN

Centroamérica y República Dominicana

Daniela Manzaneros

Argentina: Alejandro Iglesias JEFE DE CIRCULACIÓN

Chile: Rodrigo Gamboa Espinoza GERENTE

Colombia: Diana Estrella Albarracín GERENTE

Ecuador: Franklin Rosero JEFE DE CIRCULACIÓN

Estados Unidos/Puerto Rico: Anibal Gimenez

Perú: Luis García Albornoz JEFE DE CIRCULACIÓN

SUSCRIPCIONES

Colombia: Patricia Rico GERENTE

Estados Unidos/Puerto Rico: Nilda Gómez GERENTE

Ecuador: Patricio Carrera COORDINADOR

NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY

CHAIRMAN AND CEO Gary E. Knell

INSPIRE • ILLUMINATE • TEACH

SCIENCE AND EXPLORATION: Terry D. Garcia

MEDIA: Declan Moore

EDUCATION: Melina Gerosa Bellows

EXECUTIVE MANAGEMENT

LEGAL AND INTERNATIONAL PUBLISHING: Terry Adamson

CHIEF OF STAFF: Tara Bunch

COMMUNICATIONS: Betty Hudson

CONTENT: Chris Johns

NG STUDIOS: Brooke Runnette

TALENT AND DIVERSITY: Thomas A. Sabló

OPERATIONS: Tracie A. Winbigger

INTERNATIONAL PUBLISHING

SENIOR VICE PRESIDENT: Yulia Petrosian Boyle

VICE PRESIDENT, DIGITAL: Ross Goldberg

VICE PRESIDENT, BOOK PUBLISHING: Rachel Love

Cynthia Combs, Ariel Delaço-Lohr, Kelly Hoover, Diana

Jaksic, Jennifer Liu, Rachelle Perez, Desiree Sullivan

COMMUNICATIONS

VICE PRESIDENT: Beth Foster

BOARD OF TRUSTEES

CHAIRMAN: John Fahey

Dawn L. Arnall, Wanda M. Austin, Michael R. Bonsignore,

Jean N. Case, Alexandra Grosvenor Eller, Roger A. Enrico,

Gilbert M. Grosvenor, William R. Harvey, Gary E. Knell,

María E. Lagomasino, Nigel Morris, George Muñoz, Reg

Murphy, Patrick F. Noonan, Peter H. Raven, Edward P.

Roski, Jr., B. Francis Saul II, Ted Waitt, Tracy R.

Wolstencroft

RESEARCH AND EXPLORATION COMMITTEE

CHAIRMAN: Peter H. Raven

VICE CHAIRMAN: John M. Francis

Paul A. Baker, Kamaljit S. Bawa, Colin A. Chapman, Keith

Clarke, J. Emmett Duffy, Carol P. Harden, Kirk Johnson,

Jonathan B. Losos, John O'Loughlin, Naomi E. Pierce,

Jeremy A. Sabloff, Monica L. Smith, Thomas B. Smith,

Wirt H. Wills

EXPLORERS-IN-RESIDENCE

Robert Ballard, Leo R. Berger, James Cameron, Sylvia Earle,

J. Michael Fay, Beverly Joubert, Derek Joubert, Louise

Leakey, Meave Leakey, Enric Sala, Spencer Wells

Copyright © 2014 National Geographic Society

All rights reserved. National Geographic and Yellow

Border: Registered Trademarks © Marcas Registradas.

National Geographic declina toda responsabilidad sobre

materiales no solicitados.

NATIONAL GEOGRAPHIC MAGAZINE

EDITOR IN CHIEF

Susan Goldberg

CREATIVE DIRECTOR Bill Marr

EXECUTIVE EDITORS

Dennis R. Dimick (Environment), Jamie Shreeve (Science)

DIRECTORS OF PHOTOGRAPHY

Keith Jenkins, Sarah Leen

MANAGING EDITOR

Devid Brindley Sarah Leen (Print), Keith Jenkins (Digital)

DEPUTY PHOTOGRAPHY DIRECTOR

Ken Geiger

DEPUTY TEXT DIRECTOR

Marc Silver

DEPUTY CREATIVE DIRECTOR

Kaitlin Yarnall

INTERNATIONAL EDITORS

EDITORIAL DIRECTOR: Amy Kolczak

DEPUTY EDITORIAL DIRECTOR: Darren Smith

PHOTOGRAPHIC LIAISON: Laura L. Ford

PRODUCTION SPECIALIST: Sharon Jacobs

EDITORS

ARABIC Alsaad Omar Almenhaly • BRAZIL Angélica Santa Cruz

• BULGARIA Krasimir Drumev • CHINA Bin Wang • CROATIA

Hrvoje Pric • CZECHIA Tomáš Tureček • ESTONIA Erkki

Peetsalu • FARSI Babak Nikkhab Bahrami • FRANCE

Jean-Pierre Vignaud • GEORGIA Levan Butkhuzi • GERMANY

Florian Gless • GREECE Christos Zerefos • HUNGARY Tamás

Vitray • INDIA Niloufer Venkatraman • INDONESIA Didi Kaspi

Kasim • ISRAEL Daphne Raz • ITALY Marco Cattaneo JAPAN

Shigeo Otsuka • KOREA Sun-ok Nam • LATIN AMERICA

Fernanda González Vilchis • LATVIA Linda Liepina • LITHUANIA

Frederikas Jansons • MONGOLIA Degerjargal Anbat

NETHERLANDS Belgium Aart Aarsbergen • NORWIC COUNTRIES

Karen Gunn • POLAND Martyna Wojciechowska • PORTUGAL

Gonçalo Pereira • ROMANIA Cristian Lascu • RUSSIA Alexander

Grek • SERBIA Igor Rill • SLOVENIA Marija Javornik • SPAIN

Josep Cabello • TAIWAN Yungshih Lee • THAILAND Kowit

Phadungruangkij • TURKEY Nesibe Bat • UKRAINE Olga

Valchysheva



TELEvisa PUBLISHING INTERNATIONAL

DIRECTOR GENERAL / VP CENTRO Y SUDAMÉRICA Rodrigo Sepúlveda

DIRECTORA GENERAL / MÉXICO, E.U.A Y PUERTO RICO Martha Elena Díaz Llanos

DIRECTOR GENERAL EDITORIAL Javier Martínez Staines

DIRECTOR GENERAL DE ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS Mauricio Arnal



© NATIONAL GEOGRAPHIC. Marca Registrada. Vol. 35 núm. 04 fecha de publicación: octubre de 2014. Revista mensual, editada y publicada para los distintos países por **EDITORIAL TELEvisa, S.A. DE C.V.**, Av. Vasco de Quiroga N° 2000, Edificio E, Col. Santa Fe, Del. Alvaro Obregón, C.P. 01210, México, D.F., tel. 52-61-26-00, por contrato de licencia celebrado con **NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY**, Washington, D.C. Oficina Internacional de Redacción: Av. Vasco de Quiroga N° 2000, Edificio E, Col. Santa Fe, Del. Alvaro Obregón, C.P. 01210, México, D.F., Tel.: 52-61-26-00 Oficina Internacional de Publicidad: 6355 N.W. 36th. Street, Miami, Florida 33166 U.S.A. Tel: (305) 871-6400. Editor responsable: Francisco Javier Martínez Staines. Impresión por: Reproducciones Fotomecánicas, S.A. de C.V. Durazno No. 1 Esquina Ejido, col. Las Peritas Tepepan, Xochimilco, México, D.F. C.P. 16010, tel: 55 53 34 17 50. INFORMACIÓN SOBRE VENTAS: **ESTADOS UNIDOS:** ET Publishing International, Inc. 6355 N.W. 36th. Street, Miami, Florida 33166 U.S.A. Tel: (305) 871-6400. • **PUERTO RICO:** Editorial Televisa Puerto Rico, Inc., Calle Diana #29 Amelia Distribution Center Guaynabo, Puerto Rico 00968, Tel. (787) 273-0800. Fax (787) 273-0861. ET Publishing International, Inc. office of publication: 6355 N.W. 36th. Street, Miami, Florida 33166 U.S.A. **Suscripciones en USA y Puerto Rico:** para servicio al suscriptor, llamar al 1 800 288-6677 o visitenos en: www.televisapublishing.com. **National Geographic en Español** (USPS # 021-701). Published monthly by ET Publishing International, Inc., 6355 N.W. 36th. Street, Miami, Florida 33166 U.S.A. by permission of **NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY**. Periodicals Postage Paid at Miami, FL 33152, and at additional mailing offices. Annual subscription rate is US\$32.00. Price per copy is US\$3.95 in the USA and Puerto Rico only. **POSTMASTER:** Send address changes to National Geographic en Español, Subscription Service Department, P.O. Box 420235, Palm Coast, FL 32142 or by email at: NationalGeographicEnEspañol@emailcustomerservice.com. El material editorial que aparece en esta edición es propiedad registrada de **NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY**. **EDITORIAL TELEvisa S.A. DE C.V.** investiga sobre la seriedad de sus anunciantes, pero no se responsabiliza con las ofertas relacionadas por los mismos. Prohibida la reproducción parcial o total del material editorial publicado en esta edición. Edición en español de National Geographic Magazine. Exportada por Editorial Televisa, S.A. de C.V. **National Geographic en Español (ISSN 1665-7764)**

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. ALL RIGHTS RESERVED. © Copyright 2014.

www.ngenespanol.com national.geographic.editorial.televisa.com.mx



Por qué compré la Carta Magna

David Rubenstein, de 65 años y originario de Baltimore, es cofundador de la empresa de capital de inversión Carlyle Group. Ha puesto en práctica algo que llama filantropía patriótica. Entre sus esfuerzos se encuentra: comprar un original de la Carta Magna de 1297, una Proclamación de Emancipación y una Declaración de Independencia estadounidense para exhibirlas al público. También donó 7.5 millones de dólares para arreglar el Monumento a Washington, que se dañó durante un sismo.

¿CUÁL ES SU MOTIVACIÓN PARA DONAR?

La palabra “filantropía” proviene del vocablo griego que significa “amor a la humanidad”. Esto no tiene por qué significar la emisión de cheques. Tengo más dinero del que necesito, así que lo estoy donando a sitios que significaron algo bueno para mí o a buenas causas. La mayor parte de mi dinero la dedico a la educación o a la investigación médica. Me gusta decir que alguien con un apellido como el mío y con un padre que fue trabajador postal probablemente tenga problemas para superarse en cualquier otro país. Yo tuve suerte y ahora estoy intentando devolver algo.

¿QUÉ ES LA FILANTROPÍA PATRIÓTICA?

La palabra “patriótico” se ha devaluado. Mi idea de patriotismo es comprar estos documentos [que hablan] de libertad, ayudar a restaurarlos y devolverlos a la población estadounidense. La gente ahora puede ir a los Archivos Nacionales y ver la Carta Magna, y sentirse segura de que siempre estará ahí. Luego me di cuenta de que también puedo restaurar sitios que están relacionados con nuestro legado.

¿POR QUÉ NO SE ENCARGA EL GOBIERNO DE ESTAS COSAS?

Pocos consideran donar dinero a temas relacionados con el gobierno federal porque suponen que el gobierno tiene los recursos para arreglar el Monumento a Washington o el Centro Kennedy. La realidad es que no hay tanto dinero como antes. Quisiera inspirar a otros, no solo a los ricos, a ayudar al país, y que los jóvenes digan: “No tengo mucho dinero, pero puedo aportar energía o tiempo”.

EXPLORA



Criaturas salvajes

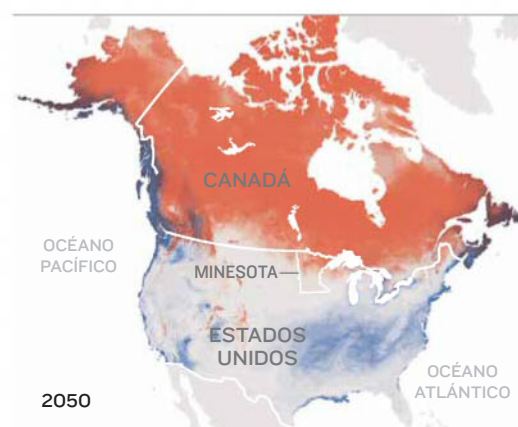
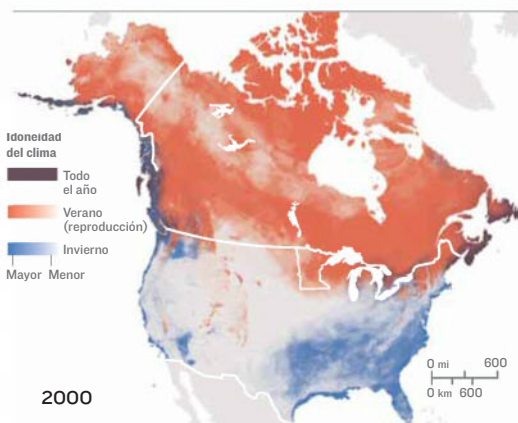


EL COLIMBO MAYOR es el ave estatal de Minnesota, pero es posible que pronto el clima de Canadá sea mejor. El territorio estival del colimbo podría expandirse al norte, pero solo si encuentra el hábitat, en especial los lagos, para reproducirse.

Presos por el clima

El cambio climático obligará a 314 especies de aves a salir de sus hábitats actuales a finales de siglo, según un nuevo estudio de National Audubon Society que se centró en las aves de Estados Unidos y Canadá. Casi 200 de las especies amenazadas podrían encontrar condiciones climáticas propicias en otros sitios, pero para 126 especies no habrá un sitio adonde ir. "La mitad de las aves en América del Norte está en riesgo de extinguirse", dice Gary Langham, el científico principal de Audubon.

Pese al pronóstico desalentador, que no considera cómo cambiarían los hábitats con el calentamiento del continente, Langham insiste en que hay motivos para conservar la esperanza. El estudio creó mapas de idoneidad climática de 100 kilómetros cuadrados. Hacer el mapa de la zona climática habitable para cada especie y asignarle un grado de amenaza "ayuda a conservar las aves -comenta-. Aún no es demasiado tarde para hacer algo". —Rachel Hartigan Shea

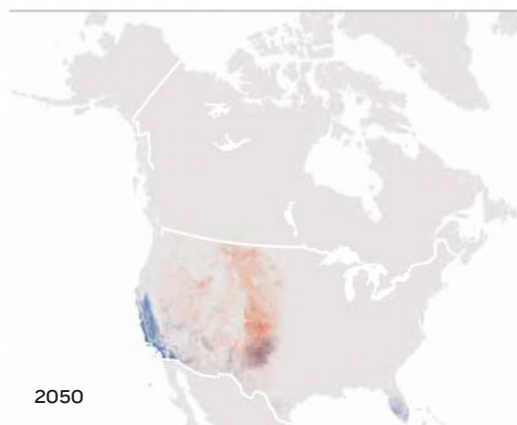
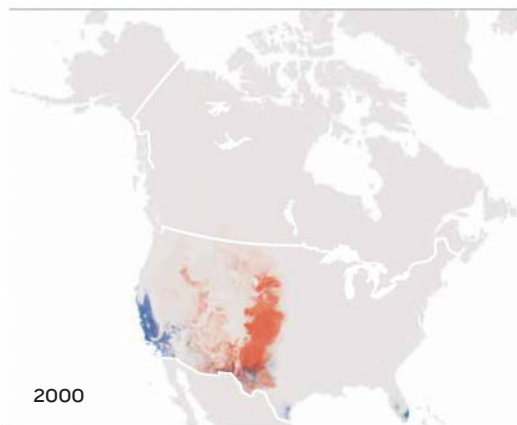
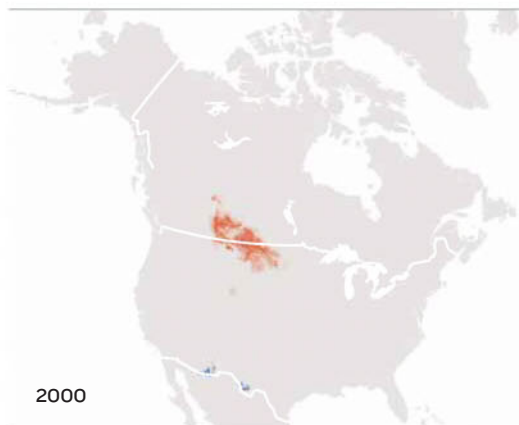




EL GORRIÓN DE BAIRD busca los pastos altos de las praderas elevadas. Se estima que, para esta ave, el clima en 96% de su hábitat de verano y 97% del de invierno se volverá inhabitable para 2050. Para 2080, ambos alcanzarán cien por ciento.



EL TECOLOTE LLANERO es común en pastizales y desiertos de EUA occidental. Prácticas agrícolas que arrasan sus sitios de anidación lo han amenazado. Podría perder 68% de sus terrenos de reproducción y 60% de los de invierno.





EXPLORA
Ciencia

WorldMags.net



Tornillos de seda

Las orugas que se arrastran por el laboratorio biomédico de David Kaplan, en la Universidad de Tufts, no son una plaga. Son la clave para ayudar a sanar huesos rotos con mayor rapidez. La fibra de proteína con que los gusanos de seda elaboran el capullo se está convirtiendo en tornillos y placas para unir huesos.

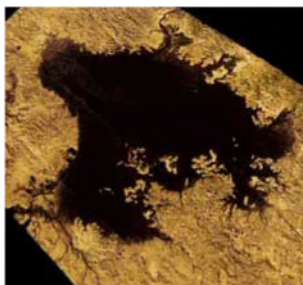
Investigadores de Tufts y del Centro Médico Beth Israel Deaconess diseñaron el tornillo de seda (izq.) como una alternativa a los tornillos de acero y placas de aleaciones metálicas, los cuales, aunque fuertes, suelen causar tensiones en los huesos y tejidos, interfieren con los rayos X y, para removerlos, requieren otra cirugía.

La seda, en cambio, se degrada en el cuerpo y elimina la necesidad de incisiones posteriores. "Tiene la mezcla justa de propiedades", señala Kaplan, ingeniero biomédico. Es fuerte y maleable. La ingeniería avanzada puede crear tornillos de seda que duren apenas unas cuantas horas o hasta varios años.

Las primeras pruebas se hicieron en ratas. Tal vez se hagan pruebas en humanos pronto. Una de las primeras aplicaciones podría ser en la reconstrucción facial en niños, cuyos huesos en crecimiento pueden beneficiarse con los tornillos que desaparecen. —Daniel Stone

LAGOS DE METANO

No hay ningún lugar como la Tierra, pero Titán, la luna de Saturno, tiene atmósfera, estaciones y una superficie rocosa, lo cual la hace el pariente con mayor parecido en la zona. La evidencia más reciente: Titán tiene líquidos en su superficie. La nave espacial Cassini de NASA, que ha estado estudiando Saturno desde 2004, capturó imágenes de alta resolución de tres mares que en conjunto son aproximadamente dos veces más grandes que los Grandes Lagos de América del Norte. Los mares no son de agua sino de metano y etano a 180° bajo cero, y se cree que contienen compuestos que fueron los precursores de la vida en la Tierra. El astrogeólogo Randolph Kirk dice: "Lo que resulta increíble de Titán es que la física es la misma que en la Tierra, pero la química es totalmente diferente". —DS



WorldMags.net

FRITZ HOFFMAN (ARRIBA); NASA/JPL/ASI/CORNELL



EXPLORA

Mundos antiguos

WorldMags.net



Rescate de artefactos en Alaska

A 650 kilómetros al oeste de Anchorage, un grupo de arqueólogos se apresura a rescatar los restos de un poblado costero ocupado por los esquimales yupiks entre 1300 y 1650. Conocido hoy como Nunalleq, el sitio que una vez estuvo congelado se está derritiendo y el creciente nivel del mar de Bering lo está destruyendo como resultado del calentamiento global.

La excavación de emergencia, iniciada en 2009, ha recuperado unos 20 000 artefactos antes enterrados en el permafrost. Algunos de los ejemplos aquí mostrados incluyen una máscara ceremonial de madera, muñecas talladas de madera flotante, puntas de arpón hechas de cuernos de caribú, puntas de flecha de pizarra y dos anillos entrelazados de marfil de morsa.

“Desde que llegamos, el sitio se ha erosionado unos 10 metros –dice el arqueólogo Rick Knecht”. Knecht calcula que les quedan otros cinco años de trabajo a menos de que una tormenta invernal fuerte se lleve todo lo que queda. —A. R. Williams

WorldMags.net

KIERAN DODDS, CON PERMISO DEL POBLADO DE QUINHAGAK, ALASKA,
Y LA UNIVERSIDAD DE ABERDEEN, ESCOCIA



EXPLORA

Comida por números www.ngenespanol.com/comida

Comida vs. combustible

La producción de biocombustibles se ha quintuplicado en una década. La inversión en esas tecnologías produce más combustibles renovables y empleos, pero los críticos sostienen que las políticas que promueven la industria han inflado la demanda artificialmente. Producir combustibles verdes como el etanol de maíz desvía recursos de tierra y agua de la producción de alimentos.

Los biocombustibles también pueden subir el precio del maíz que se usa como alimento en países en desarrollo y que dependen de su importación. Según Timothy A. Wise, de la Universidad de Tufts: "A mayor dependencia de las importaciones, mayor vulnerabilidad ante los incrementos de precios globales". —Kelsey Nowakowski



DEL COMBUSTIBLE PARA TRANSPORTE DEL MUNDO ES BIOCOMBUSTIBLE

Los biocombustibles representan 23 % de todo el combustible para transporte terrestre en Brasil, pero solo 5 % en EUA y 4 % en la Unión Europea.

FUENTES

99%



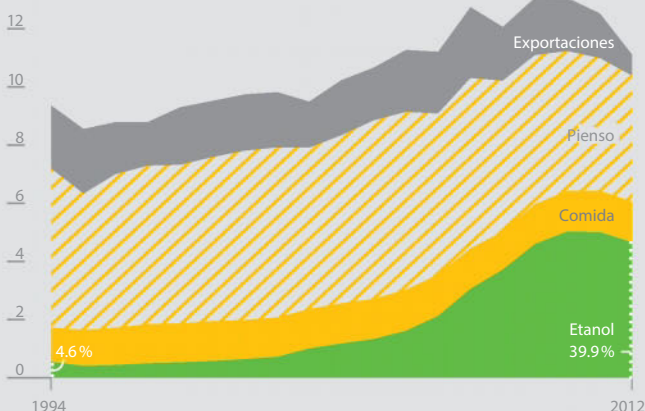
DE LOS BIOCOMBUSTIBLES PRODUCIDOS Y CONSUMIDOS EN EL MUNDO EN 2011 SE FABRICARON A PARTIR DE CULTIVOS DE ALIMENTOS.

EL DILEMA MEXICANO DEL MAÍZ

México produce la mayoría de su maíz, pero importa una tercera parte debido a un tratado comercial con EUA de 1994. Desde 2005, el aumento en la producción de biocombustibles en EUA ha incrementado los precios del maíz en México. Actualmente, 40 % del maíz estadounidense se destina a la fabricación de etanol.

SUMINISTRO DE MAÍZ DE EUA

14 mil millones de bushels



IMPORTACIONES DE MAÍZ ESTADOUNIDENSE EN MÉXICO COMO PORCENTAJE DEL CONSUMO TOTAL

1994

8%

Las restricciones comerciales menos rígidas permitieron a EUA inundar el mercado mexicano con maíz, lo que produjo un aumento en la dependencia mexicana de las importaciones. Estas eran baratas antes de la explosión en el uso de etanol en EUA.

2012

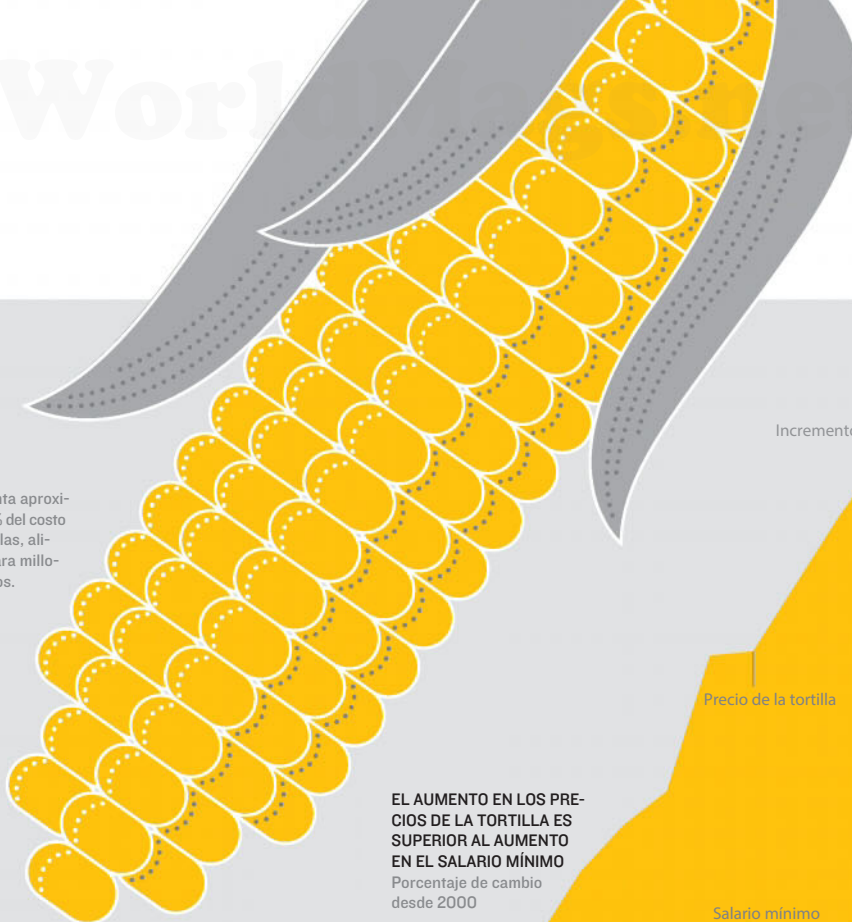
34%

FERMENTACIÓN DE CULTIVOS ALIMENTARIOS

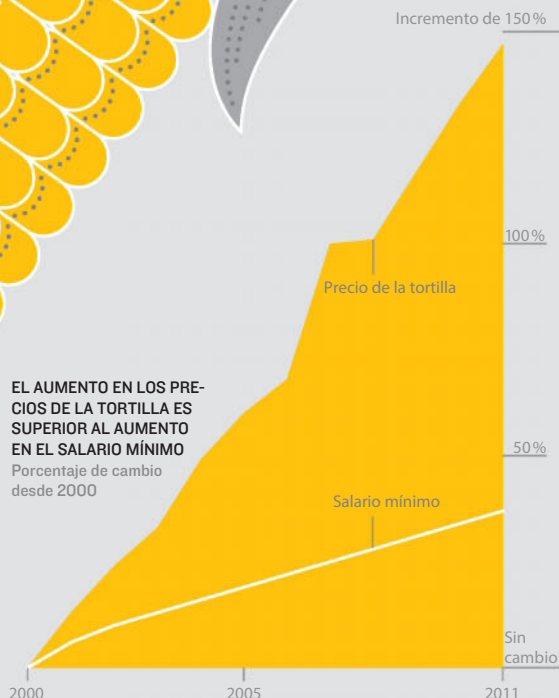
MODIFICACIONES QUÍMICAS DE CULTIVOS NO ALIMENTARIOS



El maíz representa aproximadamente 60% del costo final de las tortillas, alimento básico para millones de mexicanos.

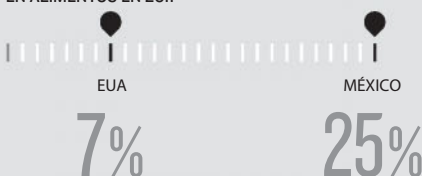


EL AUMENTO EN LOS PRECIOS DE LA TORTILLA ES SUPERIOR AL AUMENTO EN EL SALARIO MÍNIMO
Porcentaje de cambio desde 2000



Los mexicanos gastan un porcentaje tres veces mayor de sus ingresos en alimentos que los estadounidenses. La población pobre urbana en México gasta un porcentaje mayor.

PORCENTAJE DE INGRESOS GASTADOS EN ALIMENTOS EN 2011

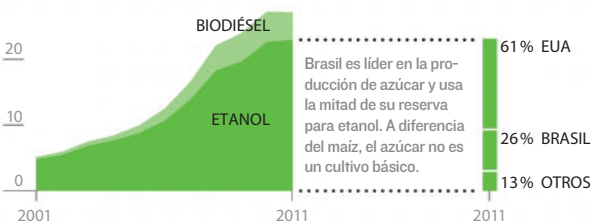


Desde 2005 hasta 2011, el precio de la tortilla en México aumentó casi 70%, lo que provocó protestas en 2007 que llevaron a que el gobierno estableciera un control de precios. Los expertos estiman que el aumento en la producción estadounidense de etanol fue responsable de más de 30% del aumento en los precios.

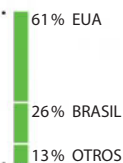


PRODUCCIÓN MUNDIAL DE BIOCOMBUSTIBLES

30 miles de millones de galones



Brasil es líder en la producción de azúcar y usa la mitad de su reserva para etanol. A diferencia del maíz, el azúcar no es un cultivo básico.



95%

DEL ETANOL PRODUCIDO EN EUA SE CONSUME EN ESE PAÍS



EXPLORA

Planeta Tierra

WorldMags.net



El agujero que se abrió en la isla Fire en Nueva York a causa del huracán Sandy está dando nueva vida a este ecosistema contaminado desde hace mucho tiempo.

El lado positivo de Sandy



Hace dos años, el huracán *Sandy* abrió tres brechas en las islas de barrera frente a la costa sur de Long Island. El Cuerpo de Ingenieros del Ejército rápidamente relleno dos. Pero el tercero, en la isla Fire, frente a Bellport en la bahía Great South, está en una zona silvestre federal y era necesario esperar un tiempo para que se autorizara el ingreso de las excavadoras.

Aunque algunos propietarios temerosos de las inundaciones exigieron que la bahía se cerrara de inmediato, otros notaron que ocurría algo milagroso. Las aguas contaminadas de la bahía encontraron una salida al océano dos veces al día y se estaban limpiando. El verano siguiente, los recolectores de almejas –esta bahía alguna vez produjo la mayor parte de las almejas del mercado estadounidense– se dieron cuenta de que las anillas de crecimiento en su capturas eran más amplias. Además, hubo avistamientos más frecuentes de focas grises. Antes, verlas era tan común como encontrar sirenas.

“Ahora es un sistema completamente distinto”, dice Chris Gobler, ecólogo de la Universidad Stony Brook. Y la inundación de Long Island en el invierno 2012-2013 no fue distinta de las de otros sitios de la costa este, lo cual le dio un respiro a la bahía de Bellport.

El destino final de esta bahía se conocerá tras la publicación de los resultados de un estudio de impacto ambiental. Existe una ley estatal obsoleta que exige que los huecos en las islas de barrera ocasionados por las tormentas se cierren en todos los casos. Incluso si se permite que la bahía continúe abierta o si se estabiliza deliberadamente (ambas opciones están en consideración), por sí sola no es capaz de controlar la contaminación por nitrógeno provocada por las aguas negras. Sin embargo, señala el empresario de Bellport, Thomas Schultz, “es un recordatorio de lo que la bahía alguna vez fue y lo que podría volver a ser”. —*Jamie Shreeve*

WorldMags.net

GEORGE STEINMETZ. NGM MAPS



Porcentaje de combustible que ahorran los híbridos comparados con autos convencionales

54
China

33
Estados Unidos

44
India

Los híbridos le ganan al tráfico

Los híbridos funcionan mejor en los países donde el tráfico es peor. En China e India, el tráfico es tan grave que los híbridos usan hasta 54% menos combustible comparados con los automóviles convencionales, según un par de estudios del Laboratorio Nacional Lawrence Berkeley. “En estas condiciones de mucho congestionamiento –dice el investigador Samveg Saxena– el motor [convencional] opera en su peor nivel de eficiencia”. El híbrido no: al frenar, la batería se recarga y mientras está parado se apaga el motor.

Se calcula que el bióxido de carbono emitido por vehículos se duplicará para 2050, y mucho de este aumento provendrá de mercados crecientes de automóviles en países como India y China (la foto de arriba es de la ciudad sureña de Shenzhen). “Si conseguimos promover el pronto uso de vehículos más limpios en estos sitios de crecimiento rápido –comenta Saxena–, podríamos ver como resultado la disminución de muchas emisiones”. —Rachel Hartigan Shea

¿QUÉ HAY EN UN NOMBRE? LAS LUNAS LITERARIAS DE URANO

La mayoría de los planetas y lunas tienen nombres de la mitología grecolatina, pero aquellos de las 27 lunas de Urano provienen de las obras de Shakespeare y Alexander Pope. Los nombramientos empezaron como un reconocimiento al astrónomo británico William Herschel, quien descubrió Urano (dios griego del cielo) y dos de sus lunas en 1780. La tradición se conservó cuando se descubrieron más lunas, las últimas cinco en 2003. —Jane Vessels

Oberón	Bianca	Stefano
Titania	Crésida	Próspero
Ariel	Desdémona	Setebos
Umbriel	Julietta	Trínculo
Miranda	Porcia	Cupido
Puck	Rosalinda	Mab
Belinda	Perdita	Francisco
Cordelia	Calibán	Margarita
Ofelia	Sicorax	Ferdinando

● SHAKESPEARE

● ALEXANDER POPE





EXPLORA

El futuro de la comida

WorldMags.net

¿Hambriento de información? Elige de nuestro menú de datos sobre la comida y prueba otras cosas en ngenespanol.com/comida



HOJAS PELIGROSAS

Las hojas de ruibarbo contienen una sustancia tóxica y son venenosas, pero los tallos sí son comestibles.



ARROZ PARA LAS MASAS

El arroz es un alimento básico para más de la mitad de la población mundial.



CHOCOWEEN

En un estudio de 2013 se descubrió que 72 % de la gente prefiere el chocolate en Halloween.



SALVAVIDAS

Un chocolatero que quería vender dulces que no se derritieran en el verano inventó los caramelos salvavidas.

15 876 toneladas

HALLOWEEN ABUNDANTE

Cada año se producen más de 15 millones de kilogramos de los dulces conocidos como *candy corn* (que originalmente se llamaban "alimento de gallinas").



COORDENADAS DEL TÉ

Lo que los occidentales llaman té negro (como el *English breakfast*) en China se conoce como té rojo.

WorldMags.net

REBECCA HALE. ILUSTRACIÓN: ÁLVARO VALIÑO



#vamosalextremo
agarre insuperable

MARIANO BRECCIA Y PANGAL ANDRADE
MISSOULA, MONTANA, ESTADOS UNIDOS
www.adidas.com/outdoor

IMÁGENES

A high-angle, close-up photograph of a vast colony of birds, possibly sandpipers or similar shorebirds. The birds are densely packed, filling the entire frame with their heads and backs. They have mottled brown and white plumage. In the upper right quadrant, one bird is captured in mid-flight, its wings spread, showing a lighter underside. The overall effect is a sea of heads and feathers.



Canadá

En una playa rocosa en la bahía de Fundy, dos playeros semipalmados –o playeritos enanos– salen volando de un grupo de cientos ahí reunidos. Estas aves limícolas miden 15 centímetros de largo y migran miles de kilómetros al año desde su zona de reproducción en el Ártico hasta las costas de América del Sur.

YVA MOMATIUK Y JOHN EASTCOTT



Canadá

A tres kilómetros de la costa occidental de la bahía de Hudson y justo al sur del círculo polar ártico, este oso polar se acerca para un *close-up*. Cuando el hielo invernal se derrite en los meses de verano, los osos más grandes del mundo, una especie vulnerable, deben nadar hasta la costa.

PAUL SOUDERS, CORBIS







Bahréin

En el poblado de Sanabis, un suburbio de la capital Manama, dos niñas chiitas participan en una ceremonia ashura. La celebración anual conmemora el martirio de Husein, nieto del profeta Mahoma, fundador del islam, durante el siglo VII.

MOHAMMED AL-SHAIKH,
AFP/GETTY IMAGES

Selección del editor

Docena diaria Los editores eligen 12 fotografías que se publican diariamente en internet. Aquí están nuestras favoritas del mes.



NOTA DEL EDITOR

“Khalid [arriba] ya nos había enviado fotografías de aviones, pero esta tenía más profundidad. Se nota que esperó para capturar este momento particular. El avión, la bandera, la mujer: todos los elementos funcionan juntos”.

—Jeanne Modderman, editora de foto de National Geographic

Khalid Rayhan Shawon Dacca, Bangladesh

Shawon suele fotografiar a la gente que vive alrededor del aeropuerto de Hazrat Shahjalal. Esperó varios días en un edificio sin techo para obtener la bandera de su país y un avión en el mismo cuadro.

Vedran Jankovic Zagreb, Croacia

En un proyecto de la universidad, Jankovic debía mostrar la “ilusión del espacio”. Con dos amigos reimaginó una cebra. Uno pintó una mano con rayas y Jankovic encontró la locación y compuso la fotografía.

Karl Ander Adami Tallin, Estonia

Es una costumbre que la abuela de Adami se riza el cabello antes de salir a la ciudad. “Quiere verse lo mejor posible en caso de que se encuentre con alguna de sus amigas”, dice Adami, quien tomó su cámara y le pidió que posara.



Hogar

Misión El hogar es a la vez un lugar y un sentimiento. Nuestros miembros nos mostraron la intimidad de sus mundos.



Hemant Deswal Nueva Delhi, India

En una visita al norte de India, Deswal y sus amigos tuvieron que detenerse en un hotel en Pulga debido a las fuertes lluvias. En una habitación común se encontraron con una niña. Al principio se portó tímida, pero después empezó una guerra de almohadas con los amigos de Deswal.

NOTA DEL EDITOR

“Cuando pedimos ver versiones de hogares, nos sorprendió la cantidad de sitios en los que la gente encuentra seguridad e identidad. Los hogares pueden variar mucho y no siempre son sitios habitables”.

—Susan Welchman, editora de fotografía de National Geographic



Larry Deemer Breezy Point, Nueva York

Durante un viaje a Nueva Escocia, Deemer realizó una caminata con amigos en la isla Cheticamp. Se detuvieron a descansar en una zona cubierta con hierba. “El pasto era tan hermoso —dice Deemer— que empecé a tomar fotografías para registrar el tiempo que pasamos juntos”.

NATIONAL GEOGRAPHIC EN ESPAÑOL - STATEMENTS 2014

STATEMENT OF OWNERSHIP, MANAGEMENT AND CIRCULATION. 1. TITLE OF PUBLICATION: National Geographic en Español. 2. PUBLICATION No. 021-701. 3. DATE OF FILING: October 1, 2014. 4. FREQUENCY OF ISSUE: Monthly. 5. NO. OF ISSUES PUBLISHED ANNUALLY: 12. 6. ANNUAL SUBSCRIPTION PRICE: \$32.00. 7. COMPLETE MAILING ADDRESS OF KNOWN OFFICE OF PUBLICATION: Av. Vasco de Quiroga No. 2000, Edif. E, Colonia Santa Fe, Delegación Alvaro Obregón, C.P. 01210, México D.F. 8. COMPLETE MAILING ADDRESS OF THE HEADQUARTERS OF GENERAL BUSINESS OFFICES OF THE PUBLISHER (Not printer): Av. Vasco de Quiroga No. 2000, Edif. E, Colonia Santa Fe, Delegación Alvaro Obregón, C.P. 01210, México D.F. 9. FULL NAMES AND COMPLETE MAILING ADDRESS OF PUBLISHER, EDITOR AND MANAGING EDITOR. PUBLISHER: Editorial Televisa S.A. de C.V., Av. Vasco de Quiroga No. 2000, Edif. E, Colonia Santa Fe, Delegación Alvaro Obregón, C.P. 01210, México D.F. EDITOR: Fernanda Gonzalez Vilchis Av. Vasco de Quiroga No. 2000, Edif. E, Colonia Santa Fe, Delegación Alvaro Obregón, C.P. 01210, México D.F. MANAGING EDITOR: Javier Martínez Staines, Av. Vasco de Quiroga No. 2000, Edif. E, Colonia Santa Fe, Delegación Alvaro Obregón, C.P. 01210, México D.F. 10. OWNER. FULL NAME: National Geographic Society. COMPLETE MAILING ADDRESS: 1145 17th Street, N.W., Washington, D.C. 20036, U.S.A. 11. KNOWN BONDHOLDERS, MORTGAGEES, AND OTHER SECURITY HOLDERS OWNING OR HOLDING 1 PERCENT OR MORE OF TOTAL AMOUNT OF BONDS, MORTGAGES OR OTHER SECURITIES: None. 13. PUBLICATION TITLE: National Geographic en Español. 14. ISSUE DATE OF CIRCULATION DATA BELOW: June 2014. 15. EXTENT AND NATURE OF CIRCULATION, AVERAGE NO. COPIES EACH ISSUE DURING PRECEDING 12 MONTHS: A. TOTAL NO. COPIES PRINTED (Net Press Run): 20,986 B. PAID/REQUESTED OUTSIDE-COUNTY MAIL SUBSCRIPTIONS STATED ON FORM 3541: 10,976. 2. PAID IN-COUNTY SUBSCRIPTIONS: n/a. 3. SALES THROUGH DEALERS AND CARRIERS, STREET VENDORS, COUNTER SALES, AND OTHER NON-USPS PAID DISTRIBUTION: 4,401. 4. OTHER CLASSES MAILED THROUGH USPS: n/a. C. TOTAL PAID AND OR REQUESTED CIRCULATION (Sum of 15B (1),(2),(3),and (4)): 15,377. D. FREE DISTRIBUTION BY MAIL, CARRIER OR OTHER MEANS, SAMPLES, COMPLIMENTARY, AND OTHER FREE COPIES: 1. OUTSIDE-COUNTY AS STATED ON FORM 3541: 10. 2. IN-COUNTY AS STATED ON FORM 3541: n/a. 3. OTHER CLASSES MAILED THROUGH THE USPS: n/a. E. Free Distribution Outside the Mail (Carriers or other means): n/a. F. Total Free Distribution (Sum of 15d and 15e): 10. G. TOTAL DISTRIBUTION (Sum of 15C and 15f): 15,387. H. COPIES NOT DISTRIBUTED: 5,599. I. TOTAL (Sum of 15g and h): 20,986. ACTUAL NO. COPIES OF SINGLE ISSUE PUBLISHED NEAREST TO FILING DATE. A. TOTAL NO. COPIES PRINTED (Net Press Run): 20,091. B. PAID CIRCULATION: 1. PAID/REQUESTED OUTSIDE-COUNTY MAIL SUBSCRIPTIONS STATED ON FORM 3541: 10,075. 2. PAID IN-COUNTY SUBSCRIPTIONS (Include advertiser's proof and exchange copies): n/a. 3. SALES THROUGH DEALERS AND CARRIERS, STREET VENDORS AND COUNTER SALES AND OTHER NON-USPS PAID DISTRIBUTION: 3,950. 4. OTHER CLASSES MAILED THROUGH THE USPS: n/a. C. TOTAL PAID AND/OR REQUESTED CIRCULATION (Sum of 15b (1),(2),(3),and (4)): 14,025. D. FREE DISTRIBUTION BY MAIL, CARRIER OR OTHER MEANS, SAMPLES, COMPLIMENTARY, AND OTHER FREE COPIES. 1. OUTSIDE-COUNTY AS STATED ON FORM 3541: 16. 2. IN-COUNTY AS STATED ON FORM 3541: n/a. 3. OTHER CLASSES MAILED THROUGH THE USPS: n/a. E. Free Distribution Outside the Mail (Carriers or other means): n/a. F. Total Free Distribution (Sum of 15d and 15e): 16. G. TOTAL DISTRIBUTION (Sum of 15C and 15f): 14,041. H. COPIES NOT DISTRIBUTED: 6,050. I. TOTAL (Sum of 15g and h): 20,091. I certify that the statements made by me above are correct and complete. Signature and Title of Editor, Publisher, Business Manager or Owner: Nilda Gómez- Subscriptions Manager.



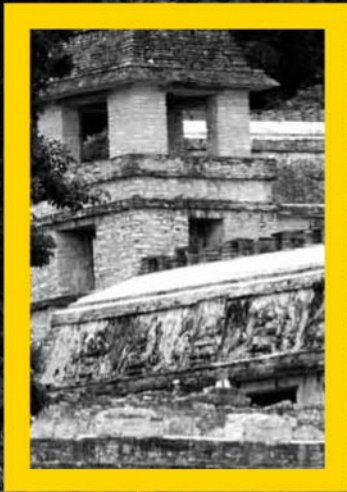
Llamada y respuesta

Este encuestador interpela a los habitantes del faro de Deer Island en Boston, Massachusetts, con su megáfono. ¿Alguien lo escucharía? Pues sí: bajo la lupa de Bill Bonner se distingue a un hombre con gorra también con un megáfono.

Esta fotografía probablemente se adquirió (nunca se publicó) para el artículo de noviembre de 1959 sobre el censo de Estados Unidos. "Unas 160 000 personas contarán narices por todo el país –escribieron Albert W. Atwood y Lonnelle Aikman–. Para satisfacer la curiosidad de la nación sobre sí misma, los entrevistadores recorrerán caminos rurales, montarán mulas, remarán y rebotarán en vehículos para la nieve". Los megáfonos eran opcionales. —Margaret G. Zackowitz



NATIONAL GEOGRAPHIC
EN ESPAÑOL



Inspiración para cuidar el planeta



Para 2050 necesitaremos alimentar a 2 000 millones de personas más. Esta serie especial de ocho meses explora cómo podemos hacerlo sin agobiar al planeta.

**El maíz
dio forma a la
cultura de Meso-
américa y hoy es uno
de los cultivos más
importantes del
mundo.**

*Diez apuntes a tomar en cuenta
para garantizarnos un futuro
en el que haya maíz.*

El grano que construyó un hemisferio

Por JJ Luna y Julieta Sánchez Quiroz

Fotografías de Mauricio Ramos

UNO *El calor de esa mañana de abril se sentía como un golpe seco. Sin viento, la tierra suelta se pegaba al sudor de nuestros rostros. Llevábamos un par de horas abriendo surcos en la tierra ayudados por una mula vieja que hacía las veces de yunta. Don Andrés tiraba de ella con paso lento*

para que marcara bien el terreno con un trazo ondulante y simétrico. A ratos debía corregirle el rumbo. Algunos de sus hijos, que fueron a ayudarlo, se habían dividido el resto de las tareas: unos echaban las semillas mientras otros cubrían los surcos, de unos 15 centímetros de profundidad, tan bien como podían. Había que esconder las semillas de ardillas y tlacuaches, animales a los que les gusta darse un banquete fácil en estos cerros áridos del sur de Hidalgo.

El arado era una estructura pesada hecha principalmente con maderos recogidos aquí y allá, y armada por el propio don Andrés. Para esa temporada de siembra, guardó semilla de frijol, haba y maíz para su “milpita”, esa forma tan tradicional de cultivo en México cuya figura principal, aunque no única, es el maíz. Alrededor de las cañas de este grano, y dependiendo del clima, pueden crecer calabazas, frijoles, chiles, quelites y magüeyes. La milpa, dicen algunos, es un ejemplo de productividad sustentable pero, sobre todo, uno de los rasgos más distintivos de la cultura agrícola mexicana.

Había que aprovechar que la tierra tenía “jugo”, trataba de explicarme don Andrés, con su voz rasposa y su risa fácil. Se refería a que había agua suficiente bajo la tierra seca, lo cual permitiría que las semillas se afianzaran y echaran raíz antes de que las encontraran los animales.

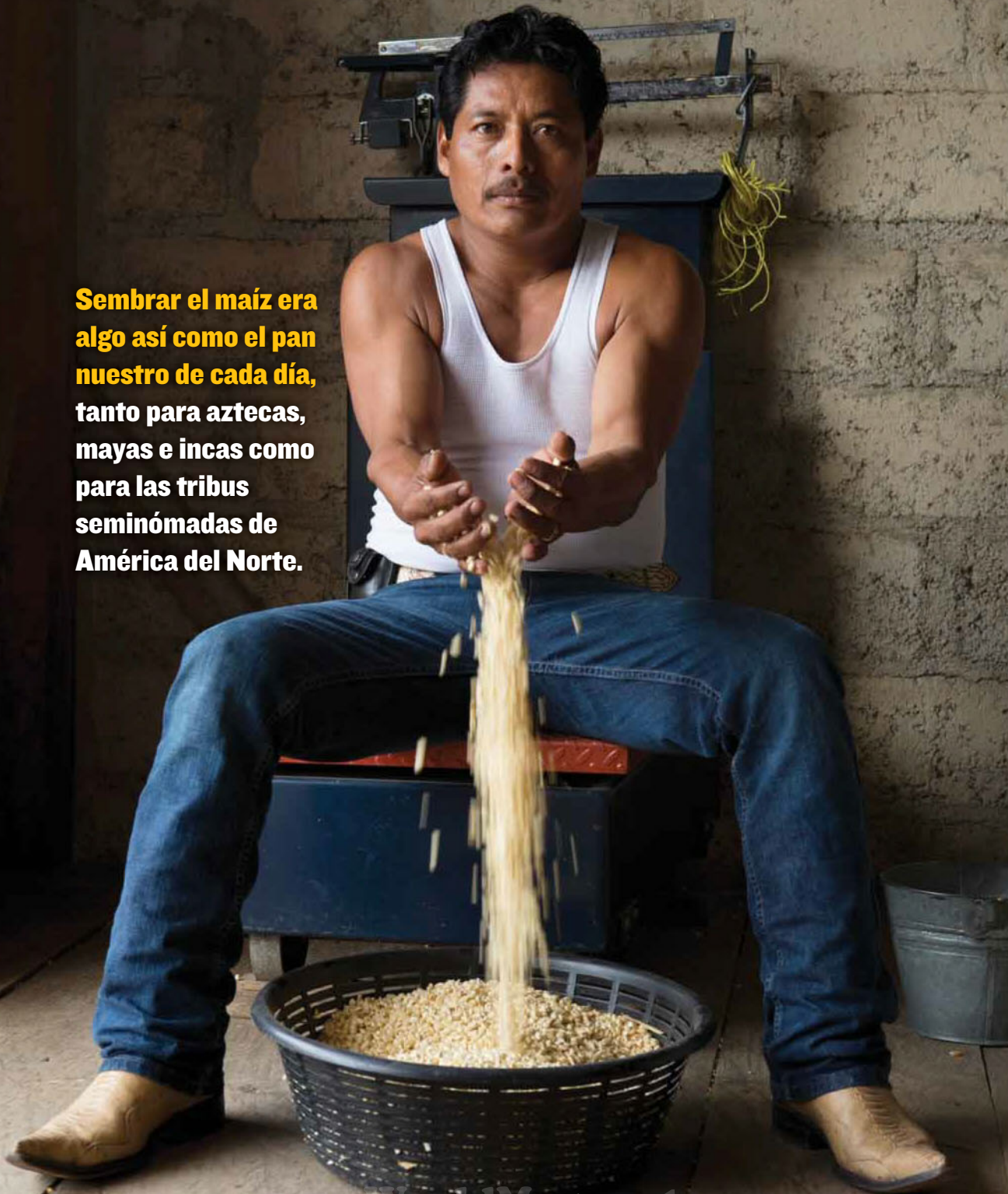
Don Andrés tenía que confiar en que las lluvias llegarían puntuales hacia fines de mayo y en que no llovería intempestivamente, lo que removería la tierra floja y arrastraría las semillas o las dejaría expuestas. Habíamos salido de su casa justo después del alba, así que para el mediodía teníamos completas las casi dos hectáreas de la milpa.

Para él, el maíz resultante de esta siembra era importante. Le serviría para consumo propio; algo más, para alimentar los pollos que cría, para venderlo o hasta para cambiarlo por otro producto. Y algunas de estas semillas las ocuparía para la siembra del año próximo.

DOS El maíz es una planta de origen americano. No hay evidencia, ni lingüística ni arqueológica, tampoco pictórica ni histórica, de la existencia del

Este hombre pesa y empaca los granos de maíz antes de mandarlos a un molino. Él es uno de los cientos de miles de personas que forman parte de una cadena que va desde la siembra hasta las mesas de la mayoría de los mexicanos.

Sembrar el maíz era algo así como el pan nuestro de cada día, tanto para aztecas, mayas e incas como para las tribus seminómadas de América del Norte.





Tal como se ha hecho tradicionalmente durante siglos, los agricultores de subsistencia aran sus sembradíos como una manera de darles mantenimiento cuando comienzan a florecer.



Aunque la mayor parte de las tortillas se elabora a partir de masa nixtamalizada, la industria de la harina de maíz está en auge y cobra cada vez más importancia en México. Maseca es el mayor productor de harina de maíz y tortillas del mundo.





maíz en ninguna parte del Viejo Mundo antes de 1492; sin embargo, ya para entonces era la principal planta alimenticia de América. Conforme avanzó la exploración del Nuevo Mundo, los conquistadores se dieron cuenta de que todas las civilizaciones de América que practicaban la agricultura sembraban este grano y lo tenían como una de sus principales fuentes de alimentación. Desde Canadá hasta Chile, los lugareños habían desarrollado sus propias técnicas de siembra y lo consumían y ocupaban de distintas formas.

Sembrar el maíz era algo así como el pan nuestro de cada día, tanto para aztecas, mayas e incas como para las tribus seminómadas de América del Norte. Entre las civilizaciones precolombinas su uso fue muy importante.

en el jardín botánico de Sevilla, el jardín real español, llevado desde alguna plantación del Caribe. Menos de un siglo después, el grano ya era conocido prácticamente en toda Europa e incluso se expandió por África, China, Tíbet e India, vislumbrándose desde entonces como una de las plantas más cultivadas del mundo.

TRES Pienso en el futuro, en números y también en datos. Según la FAO, la provisión mundial de alimentos depende de alrededor de 150 especies de plantas, pero tres cuartas partes del alimento consumido en el planeta se relacionan con 12 cultivos y, de ellos, tres representan la mitad de la ingesta: arroz, trigo y maíz. De estos, México es el país con mayor aportación a la reserva mundial de semillas

El maíz fue, de hecho, parte inherente del desarrollo de las civilizaciones más avanzadas, cuyos ritmos de cultivo estaban ligados a cuestiones religiosas, por lo que no solo se convirtió en base de la alimentación sino de la cultura.

Prueba de la enorme relevancia del maíz entre las civilizaciones precolombinas es el mito maya de la creación del hombre. Cuando los Progenitores, Tepeu y Gucumatz, hicieron aparecer la humanidad sobre la Tierra, descubrieron lo que debía entrar en la carne del hombre: mazorcas amarillas y mazorcas blancas, que se convirtieron en la sangre humana. El maíz fue, de hecho, parte inherente del desarrollo de las civilizaciones más avanzadas, cuyos ritmos de cultivo estaban ligados a cuestiones religiosas, por lo que este grano no solo se convirtió en base de la alimentación, sino de la cultura por sus cuestiones simbólicas. De ahí que este culto trascendiera aun después de la evangelización mediante el sincretismo.

Un año después del descubrimiento de América, y sin que Colón pisara México, el maíz se plantaba

de trigo y maíz, con 47 000 y 10 000 variedades, respectivamente.

En cuanto al maíz, en México se han identificado, según el acuerdo por el cual se determinan los centros de origen y los centros de diversidad genética, 70 razas de maíz, tres especies y dos subespecies de teocintle, y 13 del género *Tripsacum* como parientes silvestres, todo esto con base en la información proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, el Instituto Nacional de Ecología, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y la Comisión Nacional Forestal (sin tomar en cuenta la cantidad impresionante de cultivos nativos y mejorados). Dicho acuerdo, que señala como centros de origen y diversidad genética del maíz los estados de Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Sinaloa y Sonora, buscará protegerlos.

JJ Luna es periodista especializado en comida, ciencia y antropología, entre otros temas. Julieta Sánchez cubre cultura, viajes e investigación. Mauricio Ramos fotografió al Dalái Lama en la edición de noviembre de 2013.



En México el cultivo de maíz se realiza desde el nivel del mar hasta los 3400 metros, en un amplio rango de tipos de terreno y variaciones climáticas. Aunado a esto, la selección meticulosa y el conocimiento de los agricultores a lo largo del tiempo han dado como resultado alrededor de 64 razas de maíz (59 nativas y cinco que también se encuentran en otros sitios).

Y aunque México es el principal consumidor de maíz del mundo, solo es el cuarto productor (casi 3 %). El país satisface todo su consumo de maíz blanco, destinado a los humanos, pero no el de maíz amarillo, que es para los animales y la industria. Anualmente se producen alrededor de 22 millones de toneladas de este grano (20.2 de maíz blanco y 1.8 de amarillo), pero el consumo es de entre 32 y 33 millones, de manera que México debe buscar cómo paliar ese déficit en los mercados internacionales. En 2012, México importó 82 % del maíz amarillo que requiere para consumo pecuario e industrial, casi todo de Estados Unidos.

CUATRO La casa olía a café. Aquellas mañanas de Semana Santa que pasaba en la sierra de Juárez en

Es decir, hacía que el maíz se convirtiera en un alimento realmente completo, capaz de aportar suficientes nutrientes al organismo y no solo carbohidratos. La nixtamalización hace más digeribles las proteínas, aumenta el contenido de fibra soluble y almidón, aporta calcio y hace asimilable la niacina o vitamina B3, uno de sus principales componentes. Esto es, ayuda a metabolizar los alimentos e incluso participa en la síntesis de algunas hormonas. Pero, ¿cómo fue que el hombre descubrió que al sumergir el maíz en agua con cal adquiere valores nutrimentales? Es un misterio que todavía se investiga. Los aztecas atribuían tal descubrimiento al dios Quetzalcóatl, quien supuestamente, transformado en hormiga negra, engañó a una hormiga roja para que lo llevara al

¿Cómo fue que el hombre descubrió que al sumergir el maíz en agua con cal adquiere valores nutrimentales? Es un misterio que todavía se investiga. Los aztecas atribuían tal descubrimiento al dios Quetzalcóatl.

Oaxaca, cuando me levantaba engatusado por ese olor, solía ver a mi abuela sentada junto al comal puesto sobre la leña. Ella tenía una bola de masa en la mano, que empezaba a golpear suave y rítmicamente con las palmas, como si diera aplausos breves pero continuos con los dedos rígidos. Torcía la masa, como le llaman, con las manos húmedas. Me sorprendía la perfecta redondez de su tortilla y el tamaño cada vez mayor que iba adquiriendo mientras ella la pasaba de una mano a otra con una habilidad que me dejaba pasmado. Cuando parecía imposible continuar manipulando esa tlayuda, ella simplemente la depositaba, la echaba, con delicadeza en el comal.

Hacía rato que había regresado del molino, adonde había llevado su maíz en una cubeta para convertirlo en una masa sabrosa y nutritiva. Pero antes ya lo había *espolgado*, o sea, le había quitado piedras y basuritas; lo había hervido en agua con cal apagada (inactiva), y lo había dejado reposar toda la noche para que la máquina lo descascarara y lo moliera.

Cerro de los Mantenimientos, el cual de manera simbólica contiene todas las semillas que van a germinar en la milpa y no únicamente maíz.

Pero ese es solo uno de los mitos, quizá el más conocido. Lo que es un hecho es que todavía sigue a debate el escenario de la creación de una de las plantas más importantes para la alimentación humana. Porque el maíz es eso: una creación del hombre, cuyo origen, que a mediados del siglo pasado todavía se discutía, se estableció en México gracias a la identificación de polen fosilizado de granos de maíz realizada por el paleobotánico estadounidense Elso S. Barghoorn, en 1954. Se determinó que el llamado polen de Bellas Artes, encontrado a más de 60 metros de profundidad en pleno Centro Histórico de la Ciudad de México, era de una raza silvestre previa a la llegada del hombre al continente americano, pues su datación se estimó en 80 000 años, en pleno periodo interglacial.

Según algunas investigaciones, el maíz fue domesticado a partir de sus ancestros silvestres



Una mujer oaxaqueña hace tortillas de maíz azul a la manera tradicional sobre un comal calentado por leña. Cada variedad de maíz da como resultado un producto diferente, lo que contribuye a que la gastronomía mexicana sea tan abundante y diversa.



Una típica tortillería urbana. La producción es a pequeña escala, pero esta industrialización ha facilitado la disponibilidad de las tortillas. Actualmente la mayoría de los grandes supermercados posee una de estas máquinas.

hace unos 8 000 años, cuando ni siquiera había sociedades agrícolas. Se atribuye a grupos nómadas estacionales y se cree que empezaron masticando teocintle, un grano al que también se conoce como “diente de burro”, durísimo y no comestible, que todavía se encuentra en algunas zonas de México y del que en algún momento se separó el maíz.

La más aceptada de las teorías al respecto es la multicéntrica, postulada hace dos décadas por la Premio Nobel de Medicina y Fisiología de 1983, Barbara McClintock, y seguida por investigadores mexicanos como Takeo Ángel Kato. Sostiene que la diversificación racial y varietal del maíz nativo en México ha ocurrido durante milenios y se debe a la migración de los diferentes maíces primigenios a partir de sus lugares de origen y domesticación. Es decir, al descubrir que se podían comer, esos nómadas estacionales empezaron a llevarse sus semillas o algunas mazorcas, lo que provocó que esos maíces primigenios se encontraran con los de otras rutas migratorias, mezclándose entre ellos. Eso derivó en hibridación y, por consiguiente, en las posibilidades de selección de nuevas variedades y razas.

Este proceso no les es ajeno a los agricultores mexicanos. De hecho, aún ocurre y ha posibilitado el surgimiento de miles de variedades de maíz nativo con el sistema de cultivo, la selección y el manejo de semilla realizados por los campesinos tradicionales que viven del cultivo de este cereal en diversas regiones del país. Ellos seleccionan semillas de la cosecha reciente para la siembra del siguiente ciclo y, como dan diferentes usos al maíz, no solo siembran una variedad o tipo en sus parcelas, sino varios, lo que también les sirve para lograr cierto grado de seguridad en sus cosechas.

Según otros estudios, esa domesticación ocurrió en definitiva hace unos 3 000 años e implicó un cambio cultural significativo: el asentamiento de las poblaciones en cinco regiones distintas de Mesoamérica y la invención de técnicas para cocinar el maíz, de las que se han encontrado vestigios en piedras de metate. Sin embargo, las excavaciones de las cuevas del valle de Tehuacán, en los límites de Puebla y Oaxaca, donde

se encontraron más de 200 000 objetos hechos con mazorcas de maíz desecado, permitieron establecer los principios de su domesticación hace unos 7 000 años, según Ángel García Cook, arqueólogo mexicano recientemente reconocido con la Medalla UNESCO.

CINCO Además de su uso como alimento, con las hojas de la mazorca se envuelven tamales o se hacen artesanías. Con la mazorca seca se preparan pinoles, galletas y atoles, cuando está tostada y molida. Incluso se fabrican juguetes si dicha mazorca está entera y dura. Y el hongo del maíz, comúnmente conocido como cuitlacoche, es comestible como relleno de quesadillas o bien en sopas. Los cabellos de la mazorca, llamados “pelos de elote”, se usan en infusiones diuréticas.

Y hay más: muchos productos alimenticios del maíz pasan por un proceso industrial y son manufacturados y comercializados a escala comercial. En Estados Unidos se cuentan más de 1 000 derivados, total o parcialmente, del maíz. Se venden tortillas, harinas de maíz, masa, varios bocadillos, cereales para el desayuno, espesantes, pastas, jarabes, endulzantes, aceite de maíz, bebidas sin alcohol, cerveza y hasta whisky. Por otra parte, cerca de 40 % del maíz producido en los países tropicales se usa como alimento para animales, incluso como forraje. Al ganado suele dársele maíz amarillo, como grano entero, roto o de molido grueso, seco o cocido al vapor.

También se usa maíz en la producción de almidón puro, dextrosa, fructosa, glucosa y jarabes, almidón industrial, fibras como celulosa y hemicelulosa –convertidas en su mayoría en alimento para animales–, y combustibles como etanol y gasohol. Y se espera que se utilice cada vez más maíz y sus subproductos en la producción de cerveza y licores destilados.

SEIS Pienso en el futuro, en números y también en datos. Y en la actualidad pensar en el futuro, en el caso del maíz, y de los alimentos en general, es pensar en los organismos genéticamente modificados, lo que implica hablar de otra forma de rendimientos agrarios y también de lo que Martín Caparrós llama “la propiedad intelectual



El restaurante Pujol, de Enrique Olvera, ha sido clasificado entre los mejores restaurantes del mundo desde su apertura hace 14 años. Olvera es uno de los chefs que ha reintroducido una variedad de ingredientes locales tradicionales con los que el mercado gourmet estaba poco familiarizado.



Erick Ramírez Cordero, agrónomo del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), que trabaja en el Programa Global de Recursos Genéticos, cubre los órganos masculinos de estas plantas de maíz para evitar la polinización cruzada.

Mientras que el cultivo de maíz en terrenos desiguales, en especial en el centro y sur de México, se lleva a cabo con técnicas tradicionales, las llanuras del norte han permitido la industrialización de la agricultura. En medio, los agricultores medianos y pequeños combinan el poder de su tractor con el reducido tamaño de su terreno.



“En el caso del maíz, la solución no son los transgénicos, –dice Alejandro Monteagudo, presidente ejecutivo y director general de AgroBIO México–, los OGM son más bien una aportación más, porque hay que apostarles a todos los tipos de agricultura”.



de la naturaleza". La entrada formal de plantas genéticamente modificadas en México ocurrió en 1988, con la primera solicitud para la importación y liberación en campo (en Culiacán, Sinaloa) de un jitomate resistente a insectos lepidópteros. Eso provocó la necesidad de regular las actividades con organismos genéticamente modificados y, a su vez, derivó en la creación, en 1989, del Comité Nacional de Bioseguridad Agrícola.

Para 1994 se publicó la Ley Federal de Sanidad Vegetal, en la que por primera vez se incorporó el concepto de material transgénico. A su vez, derivó en una norma oficial mexicana, la cual se publicó el 11 de julio de 1996. Con ese marco regulatorio se aprobaron 327 liberaciones experimentales de organismos genéticamente

Monsanto, con una superficie aprobada de menos de una hectárea en el estado de Tamaulipas.

En México, un maíz GM no puede pasar directamente a comercialización; primero debe analizarse, según los protocolos vigentes, durante otras etapas de manera consecutiva: experimental, en programa piloto y luego comercial.

El 5 de julio de 2013, sin embargo, varios grupos civiles (organizaciones campesinas, ejidatarias, apicultores, asociaciones en defensa de los derechos humanos y científicos) interpusieron una demanda contra las autorizaciones emitidas por la Sagarpa y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) para la siembra, en fases experimental y piloto, de maíz GM, y contra las empresas que solicitaron dichos

Más que defender nuestros maíces, debemos preocuparnos y ocuparnos en conocer, reconocer y probar la diversidad de maíces criollos, para después hacer una vida con identidad y una convivencia en la biodiversidad.

modificados (OGM), 34 de los cuales fueron variedades de maíz.

Pero las cosas cambiaron en 2005, cuando entró en vigor la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, que rige esta actividad actualmente. Esta incluye las bases de los procedimientos y requisitos para la obtención de permisos para la liberación al ambiente de OGM.

En abril de 2007, la Confederación Nacional de Productores Agrícolas de Maíz firmó un convenio de colaboración con la empresa Monsanto para proteger los maíces mexicanos y acercar la biotecnología a los productores del país. El maíz no se reguló sino hasta marzo de 2009, cuando se publicó el Régimen de Protección Especial del Maíz. Para el 8 de marzo de 2011, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa) de México informaba que había otorgado el primer permiso para la siembra de maíz amarillo genéticamente modificado y resistente al herbicida glifosato, en un programa piloto por parte de

permisos. Se ampararon en la acción colectiva. El 10 de octubre de 2013, un juzgado federal en materia civil del Distrito Federal ordenó una medida precautoria para detener dichas actividades. Al cierre de esta edición todavía no concluía el juicio y seguían suspendidos en México los permisos de siembra de maíz transgénico por la acción colectiva.

No obstante, hasta febrero de 2013 la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios había emitido 55 autorizaciones para la importación y comercialización de maíz genéticamente modificado, como graneles para alimento humano, alimento animal y procesamiento.

SIETE En el caso del maíz, la solución no son los transgénicos, dice Alejandro Monteagudo, presidente ejecutivo y director general de AgroBIO México, asociación integrada por las empresas que desarrollan tecnología agrícola en México (Bayer CropScience, Dow AgroSciences, Monsanto, Pioneer Hi-Bred y Syngenta). Para él, los

OGM son más bien una aportación más, porque “hay que apostarles a todos los tipos de agricultura, la orgánica, la convencional, la milpa y no solo a uno”.

Para AgroBIO el asunto de las autorizaciones para sembrar maíz genéticamente modificado implica una paradoja y una contradicción: “Si lo importamos, lo consumimos y lo utilizamos, ¿por qué no permitir que en México se siembre y que los centros públicos de investigación trabajen en tecnologías para atender los problemas del campo en México y hacerlo más competitivo, más atractivo para los productores mexicanos?”.

Tanto los críticos del maíz GM como sus adeptos coinciden en algo: México tiene un déficit de unos 14 millones de toneladas de la producción local de maíz amarillo –todo depende de quién aporte el dato–, ocupado en las industrias y para alimentar ganado. Y también todos coinciden en que somos casi del todo autosuficientes en la producción del maíz blanco que nos alimenta.

En lo que no se ponen de acuerdo es en las ventajas y desventajas de la introducción, es decir la siembra, de los transgénicos. “Las investigaciones han demostrado –dice Carmen Morales Valderrama, maestra en ciencias antropológicas e investigadora del Instituto Nacional de Antropología e Historia, donde se encarga del seminario ‘Los maíces nativos como patrimonio cultural’– que metiendo los transgénicos no se logra un aumento sensible de la producción de maíz, porque en México ya hay una ciencia que ha ido procurando semillas mejoradas y técnicas asociadas que permiten aumentar la producción de maíz en el territorio nacional. Si entraran los transgénicos, contaminarían a los nativos y, por ser país de origen y diversidad, eso sería terrible para la evolución del maíz en el mundo”.

De hecho, en México existe el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), donde se desarrollan y distribuyen semillas de variedades e híbridos de bajo costo con el objetivo de ayudar a los pequeños productores a seleccionar y sembrar más variedades de maíz y trigo, adaptadas a sus terrenos.

También hay gente dedicada a trabajar con maíces criollos –los mismos a los que la Comisión

Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) promueve llamar nativos– en proyectos con una filosofía clara, como es el caso de Amado Ramírez y su tortillería y antojería Itanoní, en la ciudad de Oaxaca. Él, con la idea de que los maíces son de las familias que los cultivan y que seguirán existiendo solo si esas familias los siguen produciendo y consumiendo, lleva esas cosechas a su local. Empezó sin tener claro que estaba trabajando con maíces criollos. “Desarrollamos trabajo junto con las familias para que se mantenga y mejore la producción de sus maíces de manera natural con criterios ecológicos, asegurando el autoconsumo y la generación de excedentes que acopiamos para usarlos en nuestro punto de venta en la ciudad de Oaxaca”.

Las empresas desarrolladoras de biotecnología argumentan, por su lado, que los maíces GM no implican un aumento de la producción y subrayan que no se trata de un maíz más rendidor sino que es más resistente a plagas y enfermedades.

“No es un nuevo tipo de maíz. En realidad es un maíz con características adicionales. En nuestro caso, las tecnologías que ahora se manejan, es decir, los atributos y las características, son relativamente limitadas, pero están muy dirigidas a las ventajas para el productor: reducen el costo de producción porque utilizan menos insecticidas, porque su control de malezas es más barato y más adecuado. A él sí le llegan de inmediato los beneficios”, afirma Jaime Padilla Acero, director científico en AgroBIO México.

E insisten en que también están preocupados por no afectar las zonas nativas y acabar con la diversidad de las razas de maíz. Pero la antropóloga Ana Graciela Bedolla sostiene: “Nos basamos en argumentos históricos, culturales, biológicos y especialmente genéticos. No es por una posición nada más política que nos importe que la gente tome conciencia de los transgénicos o de la manipulación genética. Lo que queremos defender es que no se vea severamente afectada la riqueza genética del maíz”.

OCHO Cuestiones a tomar en cuenta: para que haya maíces, debe haber agricultores; el tema

del maíz en México es, además de alimentario, una cuestión cultural. Existen por lo menos tres grandes grupos de maíces: los tropicales, los templados del centro de México y los de zonas áridas, los cuales cubren varias razas y usos actuales. Existe la posibilidad de que, como entre los humanos, las razas no existan, pero ¿entonces qué se conserva? La Sagarpa dice que el objetivo es conservar las razas, aunque estas sean, señala Jorge Larson Guerra, coordinador de Planeación para el Uso de la Biodiversidad de la Conabio, “una construcción de los agrónomos para entender esa biodiversidad, pero sin una existencia objetiva. Lo que existe son poblaciones de maíz”. De hecho, son las poblaciones de maíz en cultivos de temporal las que se busca conservar según el acuerdo firmado por la Sagarpa y en el que participó la Conabio. Todo el maíz amarillo que entra en México es para ganadería y pollos; en ese sentido, nos estamos beneficiando del subsidio económico e hidrológico del maíz de Estados Unidos para producir pollos, puercos y vacas, que a su vez exportamos para generar divisas. Al mismo tiempo, esa apuesta de importar el maíz amarillo de Estados Unidos es arriesgada en caso de un fracaso en la cosecha estadounidense, porque México renunció a sus inventarios estratégicos, pues el déficit de su producción no le permite tener una reserva de la cual echar mano en caso de alguna crisis. Los maíces no se conservan solo porque son nuestros, sino para que el mundo pueda todavía, y siempre, disponer de ellos. No pasa nada si seguimos sacando provecho del subsidio estadounidense. No todo el asunto de la conservación se refiere a maíces nativos, sino que los híbridos son tema esencial. Tenemos una gran diversidad de maíces: los blancos de Sinaloa y Sonora, la riqueza de los maíces de Jalisco y el centro de México, de las zonas maiceras de Veracruz, Oaxaca, Campeche y Chiapas. Hay que seguir consumiendo para que continúe la siembra. Los transgénicos vienen de patente, la cual es privada. La declaratoria de Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad de la UNESCO a la comida mexicana debería ayudar al tema patrimonial del maíz.

“El objetivo a conservar es la cultura de producción y consumo de maíz. Eso es lo que hay que preservar”, dice Larson.

NUEVE Amado Ramírez, restaurantero, comenta: “No es la masificación del consumo de tortilla de maíces criollos el objetivo en las ciudades, porque cuando se logre serán homogéneos, sino el reconocimiento de la existencia y la vivencia de la experiencia del consumo de un insumo especial, que se consume como un buen vino, un buen corte, un caviar. Es decir, no todos los días, sino en espacios y momentos especiales; solo en el campo las familias que los producen y los tienen disponibles pueden consumirlos diariamente.

“Más que defender nuestros maíces, debemos preocuparnos y ocuparnos en conocer, reconocer y probar la diversidad de maíces criollos, para después hacer una vida con identidad y una convivencia en la biodiversidad. Si logramos eso, la biodiversidad de los maíces seguirá con nosotros. De lo contrario, la predominancia de un consumo homogéneo y masivo de los maíces que actualmente consumimos en las ciudades dominará. Más que defenderlos es necesario convivir con ellos, por nuestro propio bien”.

DIEZ Cuando regresamos de la siembra, don Andrés me lleva a lo que él llama su “ranchito”. En realidad es una especie de bodega pequeña en la que guarda algo de herramienta, el pulque que prepara y algunas otras cosas. Lleva un costal en la mano del que saca tres mazorcas secas y diferentes. Me explica que así le da variedad a su cosecha.

Prefiere hacer bromas que dar explicaciones, sin embargo, esta vez me dice que regresará al terreno que acabamos de sembrar dentro de unas semanas. Escarbará y sacará algunos de los primeros brotes a los que guardará celosamente junto con otros diferentes. El maíz no se combina por sí mismo. Tiene que haber alguien que conscientemente lo haga para que se produzcan nuevas variedades. Don Andrés lo sabe aunque no me lo pueda explicar claramente.

Nos quedamos un rato en su “ranchito” viendo caer la tarde. □



En los Altos de Chiapas, México, esta troje almacena montones de mazorcas. Tradicionalmente el maíz se ha almacenado en trojes para el consumo humano y animal así como para preservar las semillas para la siembra del año siguiente.



Una versión contemporánea y sofisticada de una troje: la bóveda del CIMMYT, en Texcoco, México, contiene más de 175 000 muestras que la convierten en el banco de semillas de trigo y maíz más grande del mundo, donde se ponen a disposición de todos los investigadores e instituciones de investigación agrícola.

Para 2050 necesitaremos alimentar a 2 000 millones de personas más. Esta serie especial de ocho meses explora cómo podemos hacerlo sin agobiar al planeta.

**La ciencia evitó
la última crisis
alimentaria. ¿Puede
volver a salvarnos?**

*Los supercultivos modernos serán
de gran ayuda. Pero la biotecnología no
puede arreglar por sí sola la agricultura.*

La próxima revolución verde

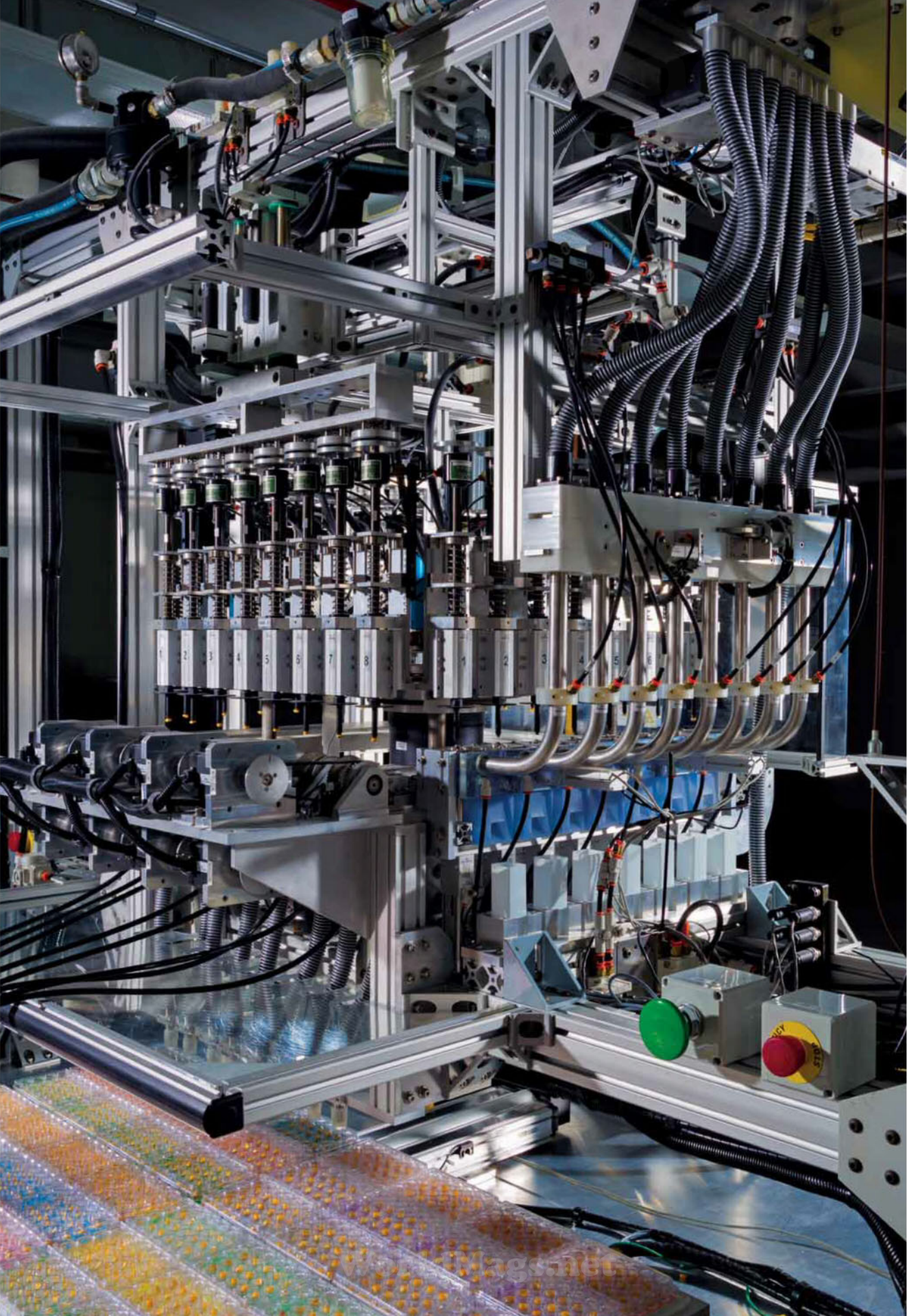
Por *Tim Folger*

Fotografías de *Craig Cutler*





En un banco de semillas de trigo en Kansas, el fitopatólogo Bikram Gill conserva un "tesoro genético": *Aegilops*. Hace unos 8 000 años, la mala hierba del Medio Oriente (aumentada arriba y tratada con nitrógeno líquido para mostrar la resistencia al frío) se polinizó naturalmente con un antepasado del trigo, lo que dio origen a un grano que se globalizó. Gill imita a la naturaleza y utiliza el *Aegilops* como fuente de genes para ayudar al trigo de hoy a resistir plagas, calor y frío.





Para automatizar la búsqueda de genes valiosos, la trituradora de semillas de Monsanto corta muestras minúsculas de miles de granos de maíz a diario, sin dañar la planta en estado embrionario de su interior. Otras máquinas extraen y analizan el ADN de cada muestra. Los criadores plantan entonces solo los pocos granos que presentan el rasgo deseado, como la resistencia a las plagas o a la sequía.



A close-up photograph of several Asian citrus psyllids (Diuraphis citri) on a green citrus stem. The insects are small, oval-shaped, and have a yellowish-orange body with translucent wings. They have prominent red eyes and long, thin antennae. The stem they are on is green and covered in fine, white, hair-like structures. The background is black.

El psílido asiático de ojos rojos de los cítricos, de tres milímetros de largo, se da un festín con un tallo de naranja. Los insectos transmiten el enverdecimiento de los cítricos, un flagelo bacterial que se propaga por las arboledas de cítricos de Florida. Los árboles infectados producen frutos amargos, verdes y deformes. A la izquierda, semilleros genéticamente alterados para elaborar antibióticos defensivos que podrían ayudar a proteger una industria de 9 000 millones de dólares.

USGS BEE INVENTORY AND MONITORING
LABORATORY (DER.)

Algo está matando el cultivo de yuca de Ramadhani Juma. “Tal vez es demasiada agua –dice, mientras toca con los dedos racimos de hojas amarillas marchitas de una planta de dos metros de altura–. O demasiado sol”. Juma cuida una pequeña parcela de menos de media hectárea cerca de la ciudad de Bagamoyo, en la costa del océano Índico, unos 60 kilómetros al norte de Dar es Salaam, Tanzania. En una mañana lluviosa de marzo, seguido por dos de

sus cuatro hijos pequeños, Juma habla con un técnico de la gran ciudad, Deogratius Mark, de 28 años, del Instituto de Investigación Agrícola Mikocheni. Mark le dice a Juma que su problema no es el sol ni la lluvia. Los verdaderos asesinos de la yuca, demasiado pequeños para poder verlos, son los virus.

Mark arranca algunas hojas húmedas; unas cuantas moscas blancas salen volando. Las moscas, del tamaño de una cabeza de alfiler, explica, transmiten dos virus. Uno hace estragos en las hojas de yuca y el segundo, llamado rayado marrón de la yuca, destruye la raíz amilácea comestible, una catástrofe que por lo general no se descubre sino hasta el momento de cosechar.

Al dejar al descubierto una raíz de yuca, Juma la parte con un movimiento de su azada. Suspira, la carne blanca y cremosa está rayada con almidón café podrido.

Para salvar lo suficiente de la cosecha para vender y alimentar a su familia, Juma tendrá que cosechar un mes antes. Pregunto qué tan importante es la yuca para él.

“*Mihogo ni kila kitu*”, responde en suajili. La yuca lo es todo.

Casi todos los tanzanos son agricultores de subsistencia. En África, las pequeñas granjas

familiares cultivan más de 90 % de todos los cultivos y la yuca es un alimento de primera necesidad para más de 250 millones de personas. Crece incluso en suelos marginales y tolera olas de calor y sequías. Sería el cultivo perfecto para el África del siglo XXI si no fuera por la mosca blanca, cuyo radio de acción se expande conforme el clima se vuelve más cálido. Los mismos virus que invadieron el campo de Juma ya se han dispersado por toda el África oriental.

Antes de dejar Bagamoyo nos reunimos con uno de los vecinos de Juma, Shija Kagembe. A sus campos de yuca no les ha ido mejor. Escucha en silencio cuando Mark le dice lo que han hecho los virus. “¿Cómo puede ayudarnos?”, pregunta.

RESPONDER ESA PREGUNTA será uno de los grandes desafíos de este siglo. El cambio climático y el crecimiento poblacional harán la vida cada vez más precaria para Juma, Kagembe y otros pequeños agricultores del mundo en desarrollo, y para la gente que alimentan. Durante la mayor parte del siglo XX, la humanidad se las arregló para mantenerse adelante en la carrera maltusiana entre el crecimiento poblacional y el suministro de alimentos. ¿Podremos mantener esa delantera en el siglo XXI o nos acosará una crisis global?

Los genes de todas las cosas vivientes de la Tierra –incluido el girasol, un valioso cultivo de aceite– consisten en secuencias variables de cuatro componentes químicos: adenina, timina, citosina y guanina, que se abrevian como A, T, C y G. Identificando genes y manipulándolos, los científicos esperan crear nuevos cultivos que nos ayudarán a enfrentar los desafíos del calentamiento global y el crecimiento poblacional.



La Organización de las Naciones Unidas predice que, para 2050, la población mundial crecerá en más de 2 000 millones de personas, la mitad de las cuales nacerán en el África subsahariana y otro 30 % en el sur y sureste de Asia. En esas regiones también se espera que los efectos del cambio climático –sequía, olas de calor, condiciones meteorológicas extremas en general– sean más fuertes. En marzo pasado, el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) advirtió que el abastecimiento mundial de alimentos ya está en riesgo. “En los últimos 20 años, en particular para el arroz, el trigo y el maíz, ha habido una disminución en el ritmo de crecimiento de la producción de los cultivos –dice Michael Oppenheimer, un científico del clima de Princeton y uno de los autores del informe del IPCC–. En algunas zonas, las producciones han detenido su crecimiento por completo. Mi punto de vista personal es que el colapso de los sistemas alimentarios es la mayor amenaza del cambio climático”.

El desastre de hace medio siglo se cernía tan amenazadoramente como hoy. Cuando hablaba sobre el hambre mundial en una reunión de la Fundación Ford en 1959, un economista dijo: “En el mejor de los casos, las perspectivas mundiales para las décadas que vienen son graves; en el peor, aterradoras”.

Antes de que se cumplieran esas visiones desalentadoras, la revolución verde transformó la agricultura global, especialmente la del trigo y el arroz. Mediante reproducción selectiva, Norman Borlaug, biólogo estadounidense, creó una variedad enana de trigo que invierte la mayor parte de su energía en los granos comestibles en vez de desarrollar los tallos largos no comestibles. El resultado: más granos por hectárea. Un trabajo similar en el Instituto Internacional de Investigación del Arroz (IRRI), en Filipinas, mejoró radicalmente la productividad del grano que alimenta a casi la mitad del mundo.

De los sesenta a los noventa, los campos de arroz y trigo de Asia se duplicaron. Aunque la población

del continente aumentó 60 %, los precios del grano disminuyeron; el asiático promedio consumió casi un tercio más de calorías y la tasa de pobreza se redujo a la mitad. Cuando Borlaug ganó el Premio Nobel de la Paz en 1970, la mención decía: “Más que cualquier otra persona de su tiempo, él ayudó a suministrar pan a un mundo hambriento”.

Para seguir haciendo algo así de aquí a 2050 necesitaremos otra revolución verde. Hay dos visiones opuestas de cómo ocurrirá esto. Una es muy técnica, con un fuerte énfasis en continuar el trabajo de Borlaug sobre la reproducción de mejores cosechas, pero con técnicas genéticas modernas.

La tecnología emblemática de este enfoque es la de los cultivos genéticamente modificados, o GM. Desde que se dieron a conocer por primera vez en los noventa, han sido adoptados por 28 países y plantados en 11 % de la tierra cultivable mundial, que incluye la mitad de la tierra de cultivo de Estados Unidos. Aproximadamente 90 % del maíz, del algodón y el frijol de soya que se cultivan en Estados Unidos está genéticamente modificado. Los estadounidenses han estado comiendo productos GM durante casi dos décadas. Pero en Europa y gran parte de África, los debates sobre la seguridad y los efectos ambientales de los cultivos GM han bloqueado su uso durante mucho tiempo.

Los defensores, como Fraley, dicen que esos cultivos han evitado miles de millones de dólares en pérdidas tan solo en Estados Unidos y, en realidad, han beneficiado el ambiente. Un estudio reciente del Departamento de Agricultura de Estados Unidos encontró que el uso de pesticidas en los cultivos de maíz ha disminuido 90 % desde la introducción del maíz Bt, el cual contiene genes de la bacteria *Bacillus thuringiensis* que ayudan a la protección contra el taladro del maíz y otras plagas. Informes desde China señalan que los nocivos pulgones han disminuido –y que las mariposas y otros insectos benéficos han aumentado– en provincias donde se plantó algodón GM.

Los cultivos GM han sido rentables para la compañía y muchos agricultores, pero no han contribuido a venderle al público la causa de la agricultura de alta tecnología. Los cultivos Roundup Ready de Monsanto están genéticamente

Tim Folger escribió sobre el aumento del nivel del mar, en septiembre de 2013. Este es el primer artículo para la revista del fotógrafo Craig Cutler.



Estas plantas de yuca fueron diseñadas genéticamente para resistir el virus rayado marrón, que se extiende por toda el África subsahariana, donde la yuca es un alimento básico para 250 millones de personas. Las pruebas de campo arrancaron la primavera pasada en Uganda. Solo cuatro países africanos permiten la plantación de cultivos genéticamente modificados.

modificados para resultar inmunes al herbicida Roundup, que Monsanto también fabrica. Esto significa que los agricultores pueden rociar libremente el herbicida para eliminar malas hierbas sin dañar el maíz, algodón o frijol de soya GM. Su contrato con Monsanto no les permite guardar semillas para plantar; deben comprar sus semillas patentadas cada año.

Aunque no hay pruebas claras de que el Roundup o los cultivos Roundup Ready sean peligrosos, los defensores de una visión alternativa de la agricultura ven estas costosas semillas GM como un ingreso oneroso en un sistema fallido. La agricultura moderna, indican, ya depende demasiado de fertilizantes y pesticidas sintéticos. No solo son inaccesibles para un pequeño agricultor como Juma, sino que también contaminan la tierra, el agua y el aire. Los fertilizantes sintéticos se fabrican utilizando combustibles fósiles y ellos mismos

emiten potentes gases de efecto invernadero cuando se aplican a los campos.

MONSANTO NO ES LA ÚNICA organización que cree que la fitogenética moderna puede ayudar a alimentar al mundo. A última hora en una cálida tarde de febrero, Glenn Gregorio, un fitogenetista del Instituto Internacional de Investigación del Arroz, me muestra el arroz que comenzó la revolución verde en Asia. Estamos en Los Baños, una ciudad a unos 60 kilómetros al sureste de Manila, caminando a la orilla de algunos campos de arroz muy especiales, de los cuales hay muchos en las 200 hectáreas del instituto.

“Este es el arroz milagroso IR8”, dice Gregorio, cuando nos detenemos junto a un terreno esmeralda abarrotado de plantas de arroz hasta la altura del muslo. Un fitopatólogo llamado Peter Jennings inició una serie de experimentos de

Reproducción de mejores cultivos

La manipulación genética ha atraído la atención del público –y la controversia–, pero los criadores de plantas de hoy tienen numerosas herramientas para crear cultivos con nuevos rasgos. El objetivo: producciones cada vez más abundantes en un clima cada vez más desafiante.

Reproducción tradicional

Los rasgos deseados se identifican en individuos separados de la misma especie que después se cruzan para combinar esos rasgos en una nueva variedad híbrida.



Cruzas entre especies

Los criadores también pueden cruzar especies diferentes pero similares. El trigo moderno proviene de esas reproducciones híbridas, algunas de las cuales ocurrieron de manera natural.



reproducciones cruzadas. Tenía 10 000 variedades de semillas de arroz con las cuales trabajar. Su octavo cruce –entre una variedad enana de Taiwán y una más alta de Indonesia– creó la variedad de rápido crecimiento y alto rendimiento conocida más tarde como arroz India 8 (IR8) por el papel que desempeñó en evitar la hambruna en ese país. “Revolucionó la producción de arroz en Asia –recuerda Gregorio–. Algunos padres de India llamaron a sus hijos IR8”.

Mientras caminamos a lo largo de los arrozales, pasamos por otras variedades de referencia, cada una designada con una señal de madera pulcramente pintada. El instituto lanza docenas de nuevas variedades cada año; cerca de un millar han sido plantadas por todo el mundo desde los sesenta.

Durante muchas décadas, el IRRI se enfocó en mejorar las variedades de arroz tradicionales, cultivadas en campos que están inundados durante la temporada de plantación. Recientemente ha movido su atención hacia el cambio climático. Ahora ofrece variedades tolerantes a la sequía, que incluyen una que puede plantarse en campos secos y subsistir con la lluvia, como el maíz y el trigo. Hay un arroz tolerante a la sal para países como Bangladesh, donde el alza del nivel del mar está envenenando los campos de arroz.

Solo unas pocas variedades de arroz del IRRI son cultivos GM, en el sentido de que contienen un gen transferido de una especie diferente, y ninguno de esos está públicamente disponible

todavía. Uno de ellos es el arroz dorado, que contiene genes de maíz que le permiten producir beta-caroteno; su propósito es combatir el flagelo mundial de la deficiencia de vitamina A. El verano pasado, una parcela de prueba del IRRI de arroz dorado fue pisoteada por activistas anti GM. El IRRI crea variedades GM solo como último recurso, dice el director Robert Zeigler, cuando no se puede encontrar el rasgo deseado en el propio arroz.

Sin embargo, toda la operación de reproducción del instituto ha sido acelerada por la genética moderna. Durante décadas, los criadores del IRRI siguieron pacientemente la receta antigua: seleccionar plantas con el rasgo deseado, llevar a cabo la polinización cruzada, esperar a que los descendientes alcancen la madurez, seleccionar los que presenten los mejores resultados, repetir. Ahora existe una opción para ese meticuloso proceso. En 2004, un consorcio internacional de investigadores trazó el genoma completo del arroz, el cual comprende 40 000 genes individuales. Desde entonces, los investigadores de todo el mundo han estado identificando genes que controlan rasgos valiosos y que se pueden seleccionar directamente.

En 2006, por ejemplo, la fitopatóloga Pamela Ronald, de la Universidad de California en Davis, aisló un gen llamado Sub1 de una variedad de arroz indio oriental. Cultivado rara vez hoy día debido a su bajo rendimiento, el arroz indio oriental tiene una característica notable: puede

Asistencia de marcadores

Si los genes para un rasgo no se conocen con precisión, dirigir un marcador de ADN cerca de ellos puede acelerar la reproducción: identifica plantas con el rasgo incluso antes de que maduren.



Modificación genética

Los genes identificados en una especie pueden transferirse directamente a otra no emparentada, lo que le proporciona un rasgo nuevo, como resistencia a las plagas o a un herbicida.



Reproducción con mutaciones

Las semillas se irradian para provocar mutaciones aleatorias en su ADN. Si ocurre una mutación para producir un rasgo deseado, se selecciona la planta para reproducción futura.



sobrevivir durante dos semanas bajo el agua. La mayoría de las variedades muere a los tres días.

Investigadores del IRRI polinizaron de manera cruzada arroz Sub1 con una variedad de alto rendimiento llena de sabor llamada Swarna, popular en India y Bangladesh. Luego escanearon el ADN para determinar cuáles semillas realmente habían heredado el gen Sub1. La técnica, llamada reproducción asistida por marcadores, es más exacta y ahorra tiempo. Los investigadores no tuvieron que plantar las semillas, cultivarlas y luego sumergirlas durante dos semanas para ver cuáles sobrevivían.

El nuevo arroz tolerante a las inundaciones, llamado *Swarna-Sub1*, ha sido plantado por casi cuatro millones de agricultores en Asia, donde cada año las inundaciones destruyen unos 200 000 kilómetros cuadrados de cultivos de arroz. Un estudio reciente encontró que agricultores de 128 aldeas en el estado indio de Odisha, en la bahía de Bengala, aumentaron sus producciones en más de 25 %. Los agricultores más marginados obtuvieron los mayores beneficios.

“Las castas más bajas de India reciben las peores tierras, y las peores tierras de Odisha tienden a inundarse –afirma Zeigler–. Así que esta es una biotecnología muy sofisticada (arroz tolerante a las inundaciones) que preferentemente beneficia a los más pobres de los pobres, los ‘intocables’. Esa es una historia espectacular, creo”.

El proyecto más ambicioso del instituto transformaría sobre todo el arroz y tal vez aumentaría

de manera drástica su producción. El arroz, el trigo y muchas otras plantas utilizan un tipo de fotosíntesis conocido como C3, por el componente de tres átomos de carbono que producen cuando se absorbe la luz solar. El maíz, la caña de azúcar y otras plantas utilizan la fotosíntesis C4. Esos cultivos requieren mucho menos agua y nitrógeno que los cultivos C3, “y por lo general tienen producciones 50 % más altas”, dice William Paul Quick del IRRI. Su plan es convertir el arroz en un cultivo C4, mediante la manipulación de sus propios genes.

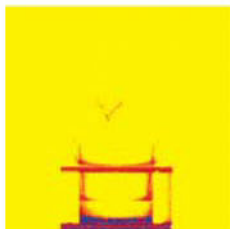
La fotosíntesis C4, a diferencia de la tolerancia a la sumersión del arroz Sub1, está controlada por muchos genes, no solo por uno, lo que la convierte en un rasgo difícil de introducir. Por otro lado, señala Quick, “ha evolucionado de manera independiente 62 veces. Eso sugiere que puede ser muy difícil de lograr. Al eliminar genes uno por uno, él y sus colegas están identificando sistemáticamente todos los genes responsables de la fotosíntesis en *Setaria viridis*, una hierba pequeña C4 de rápido crecimiento. Hasta ahora, todos los genes que han encontrado también están presentes en plantas C3. Solo que no se utilizan de la misma manera.

Quick y sus colegas esperan aprender cómo activarlos en el arroz. “Calculamos que llevará un mínimo de 15 años lograrlo –comenta Quick–. Llevamos cuatro”. Si tienen éxito, las mismas técnicas podrían ayudar a mejorar la productividad de papas, trigo y otras plantas C3. Sería

La búsqueda de un tomate menos sediento

Para descubrir cómo resisten las sequías las plantas de tomate, investigadores del Centro Danforth reducen su ración de agua durante 18 días tras haberlas plantado, luego las moni-
torean utilizando tres tipos de imágenes. Imágenes en el infrarrojo cercano muestran el
contenido de agua de la planta. Las fluorescentes muestran dónde ocurre la fotosíntesis.

21 días



29 días



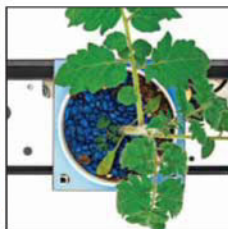
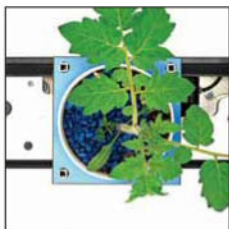
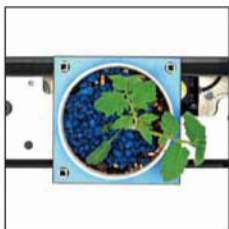
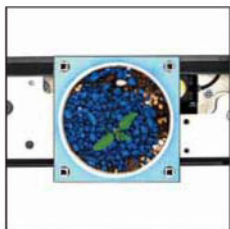
33 días



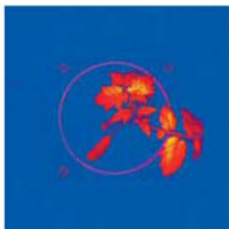
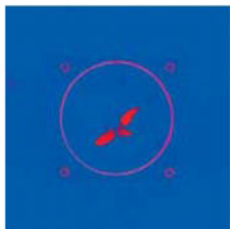
35 días



Producción de imágenes en el infrarrojo cercano



Producción de imágenes con luz visible



Producción de imágenes fluorescentes



Los tomates crecen por lo general en climas calientes y secos con mucha agua de irrigación: 50 litros por tomate en promedio. Para crear variedades menos sedientas, el equipo de Dan Chitwood, del Donald Danforth Plant Science Center en San Luis, Misuri, cruza plantas de tomate con un pariente silvestre proveniente del desierto de Atacama de Perú, uno de los lugares más secos de la Tierra.

“Nos sentimos un poco traicionados por el movimiento ambientalista, se lo puedo decir”. –Robert Zeigler

una ayuda sin precedentes para la seguridad alimentaria; en teoría, las producciones podrían aumentar en 50 por ciento.

Posibilidades como esa han hecho de Zeigler un apasionado defensor de la biotecnología. De barba blanca y bonachón, que se describe a sí mismo como un viejo izquierdista, Zeigler cree que el debate público sobre los cultivos genéticamente modificados se ha convertido en un lío tremendo. “Cuando empezaba en los años sesenta, muchos de nosotros incursionamos en la ingeniería genética porque pensábamos que podíamos hacer mucho bien al mundo –afirma–. Pensábamos: ¡esas herramientas son fantásticas!”.

“Nos sentimos un poco traicionados por el movimiento ambientalista. Se lo puedo decir. Si quiere que tengamos una conversación acerca de cuál debe ser el papel de las grandes corporaciones en nuestro suministro de alimentos, la podemos tener, es en verdad importante. Pero no es la misma conversación sobre si debemos utilizar esas herramientas de genética para mejorar nuestros cultivos. Ambas son importantes, pero no las confundamos”.

¿QUÉ VISIÓN DE AGRICULTURA es correcta para los agricultores del África subsahariana? En la actualidad, dice Nigel Taylor, genetista adscrito al Donald Danforth Plant Science Center en San Luis, Misuri, el virus rayado marrón tiene el potencial de causar otra hambruna de yuca. “Se ha convertido en una epidemia en los últimos cinco a 10 años, y está empeorando –afirma–. Con temperaturas más altas, el radio de acción de la mosca blanca se está extendiendo. La gran preocupación es que el rayado marrón empieza a llegar al centro de África y si ataca las zonas de cultivo masivo de yuca de África occidental, tendremos un problema importante de seguridad alimentaria”.

Taylor y otros investigadores están en las primeras etapas del desarrollo de variedades de yuca genéticamente modificadas que son inmunes al virus rayado marrón. Taylor colabora con

investigadores de Uganda en una prueba de campo, y hay otra en camino en Kenia. Pero solo cuatro países africanos –Egipto, Sudán, Sudáfrica y Burkina Faso– permiten actualmente la plantación comercial de cultivos GM.

En África, al igual que en otras partes, la gente les teme a los cultivos GM, aun cuando hay poca evidencia científica que justifique ese temor. Hay un argumento más fuerte de que los cruces de alta tecnología de plantas no son una panacea y tal vez ni siquiera lo que más necesitan los agricultores africanos. Incluso en Estados Unidos, algunos agricultores están teniendo problemas con ellos.

Un artículo publicado en marzo pasado, por ejemplo, documentó una tendencia inquietante. Los gusanos de la raíz del maíz están creando resistencia a las toxinas bacteriales en el maíz Bt. “Me sorprendí cuando vi los datos, porque sabía lo que significaba, que esta tecnología empieza a fallar”, dice Aaron Gassmann, entomólogo de la Universidad Estatal de Iowa y coautor del informe. Un problema, añade, es que algunos agricultores no siguen los requerimientos legales para plantar “campos de refugio” con maíz que no sea Bt, lo que haría más lenta la dispersión de los genes resistentes apoyando a los gusanos de la raíz que siguen siendo vulnerables a las toxinas Bt.

En Tanzania todavía no hay cultivos GM, pero algunos agricultores están aprendiendo que una solución sencilla de baja tecnología –plantar una diversidad de cultivos– es una de las mejores maneras de disuadir a las plagas. Tanzania ocupa ahora el cuarto lugar con la mayor cantidad de agricultores orgánicos certificados del mundo. Parte del crédito le corresponde a una joven mujer llamada Janet Maro.

Maro creció en una granja cerca del Kilimanjaro; es la quinta de ocho hijos. En 2009, mientras todavía estudiaba en la Universidad Sokoine de Agricultura en Morogoro, ayudó a poner en marcha una organización no lucrativa llamada Agricultura Sostenible de Tanzania (SAT). Desde entonces, ella y su reducido personal han estado capacitando a los agricultores locales en prácticas que no impactan al medio ambiente.

La revista agradece a la Fundación Rockefeller y a los miembros de National Geographic Society por su generoso apoyo a esta serie de artículos.



El IR8, el arroz de esta parcela de prueba en el Instituto Internacional de Investigación del Arroz (IRRI) de Filipinas, se conoce en Vietnam como arroz Honda: las abundantes cosechas pagaron las motocicletas de los agricultores. En 1966 se inició la revolución verde, que permitió a los agricultores de Asia duplicar sus producciones y aumentar sus ingresos.

Morogoro se encuentra a unos 160 kilómetros al oeste de Dar es Saalam, en la base de las montañas Uluguru. Pocos días después de mi visita a Juma en Bagamoyo, Maro me llevó a las montañas a visitar tres de las primeras granjas certificadas que no usan fertilizantes sintéticos de Tanzania. “Los agentes agrícolas no vienen aquí”, dice ella, mientras subimos tambaleándonos en una camioneta por un empinado camino de tierra lleno de baches. Enverdecidas por las lluvias que llegan desde el océano Índico, las laderas permanecen densamente arboladas. Pero cada vez más están siendo taladas para la agricultura por el pueblo luguru.

Cada medio kilómetro más o menos pasamos mujeres que caminan solas o en pequeños grupos y que cargan sobre la cabeza canastas de yuca, papaya o plátanos. Es día de mercado en Morogoro, 900 metros abajo de nosotros. Las mujeres aquí son más que porteadoras. Entre los luguru, la propiedad de la tierra de una familia se transmite por la línea femenina. “Si a una mujer no le gusta un hombre, ¡se va para afuera!”, dice Maro.

Se detiene frente a una casa de ladrillo de una sola habitación con paredes parcialmente enca-ladas y un techo de lámina corrugada. Habija





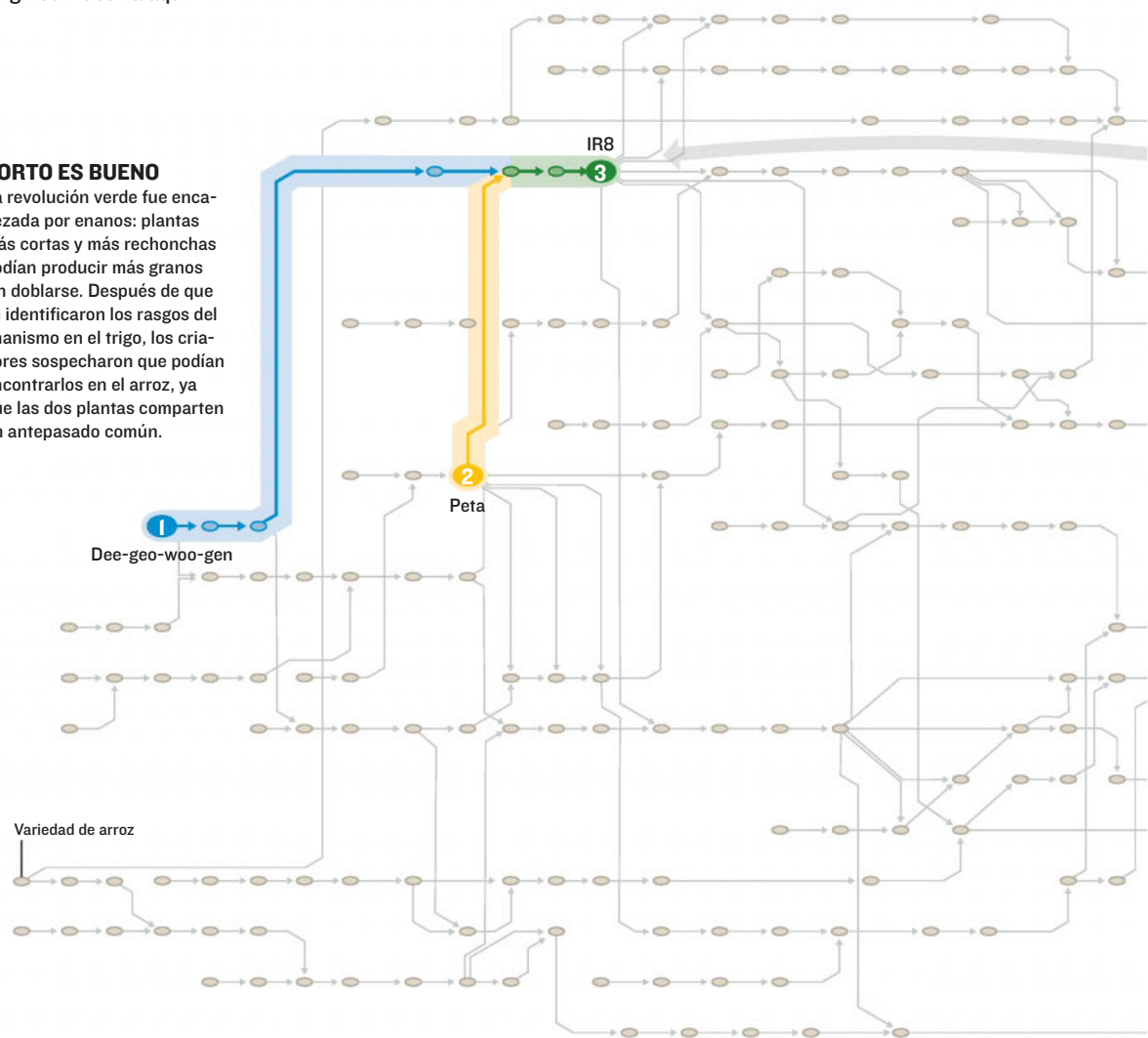
El calentamiento global aumenta el nivel de los mares e inunda las zonas costeras. Una nueva variedad de arroz, llamada IR64 Sub1, vista aquí en un acuario del IRRI en Filipinas, puede sobrevivir dos semanas bajo el agua, una gran ayuda para los agricultores pobres de las regiones bajas de Asia, donde las inundaciones destruyen 20 millones de hectáreas de arroz cada año.

La ruta para el arroz tolerante a las inundaciones

El inicio de la revolución verde en los años sesenta ocurrió antes de la revolución en la genética molecular: el IR8, el primer arroz milagroso, se reprodujo sin conocerse los genes que lo bendijeron con altas producciones. Los criadores hoy pueden identificar los genes con precisión, pero todavía utilizan técnicas tradicionales y pedigrís cada vez más complejos. Así es como han creado variedades de arroz adaptadas a los niveles crecientes del mar, entre las que se incluyen el Swarna Sub1, popular en India, y el IR64 Sub1, cuyo pedigrí se muestra aquí.

CORTO ES BUENO

La revolución verde fue encabezada por enanos: plantas más cortas y más rechonchas podían producir más granos sin doblarse. Después de que se identificaron los rasgos del enanismo en el trigo, los criadores sospecharon que podían encontrarlos en el arroz, ya que las dos plantas comparten un antepasado común.



1 Enanismo

Los rasgos del enanismo se identificaron primero en una variedad de arroz chino llamada Dee-geo-woo-gen (DGWG).

+

2 Altas producciones

Un arroz de Indonesia llamado Peta presentaba altas producciones, pero se doblaba bajo el peso de sus propios granos.

=

3 La revolución verde

Los criadores combinaron las altas producciones del Peta con el enanismo del DGWG para crear el IR8, un arroz fuerte y corto que podía soportar una carga pesada de grano.

Suministro mundial de alimentos

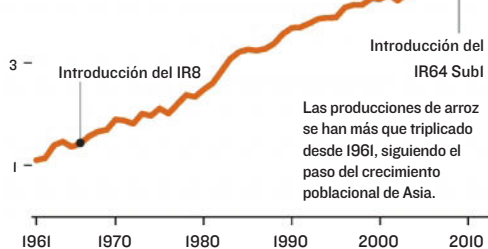
Kilocalorías per cápita



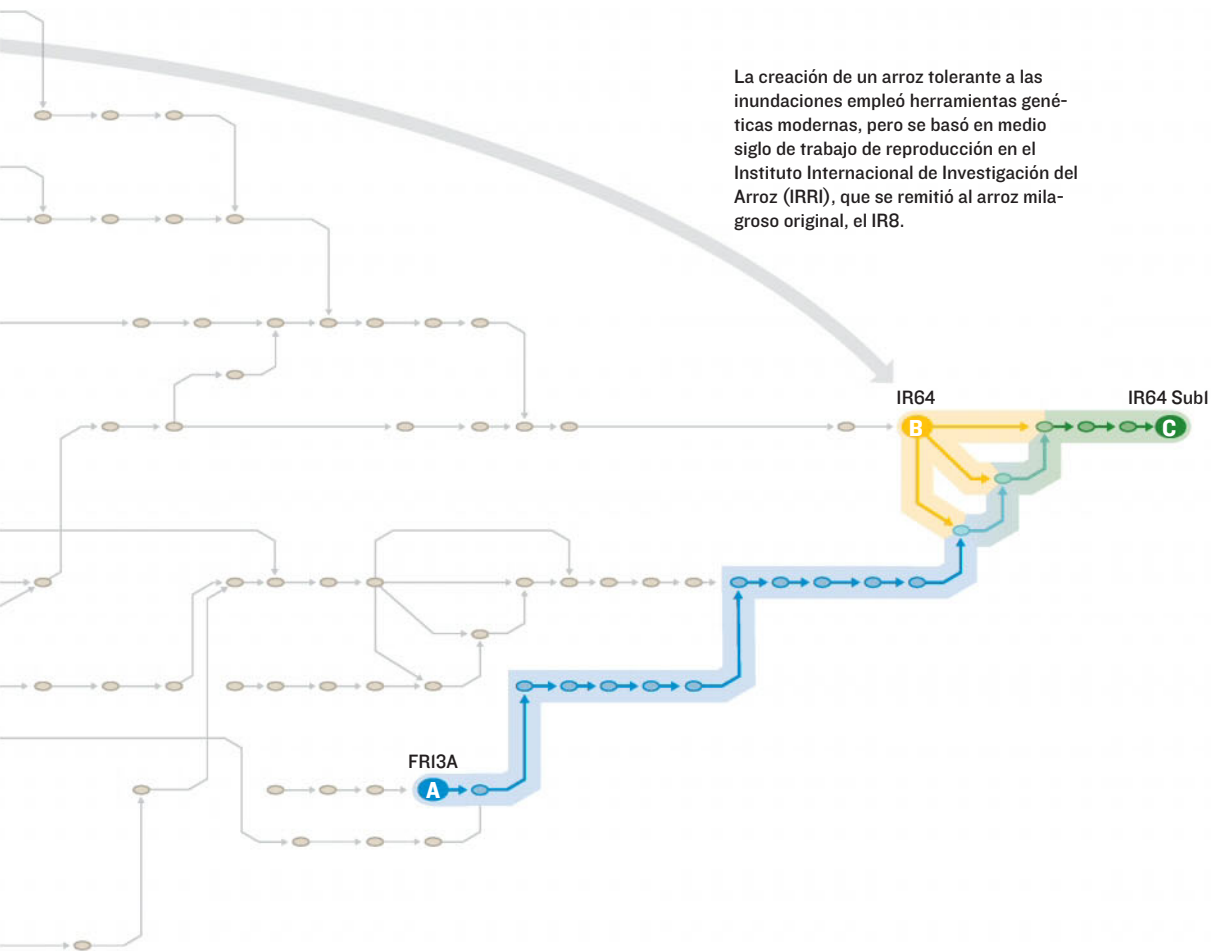
El arroz es el cultivo alimenticio más importante del mundo: proporciona más energía a la humanidad que cualquier otra fuente de alimento.

5 - Rendimientos mundiales de arroz

toneladas por hectárea



Las producciones de arroz se han más que triplicado desde 1961, siguiendo el paso del crecimiento poblacional de Asia.



La creación de un arroz tolerante a las inundaciones empleó herramientas genéticas modernas, pero se basó en medio siglo de trabajo de reproducción en el Instituto Internacional de Investigación del Arroz (IRRI), que se remitió al arroz milagroso original, el IR8.

A Tolerar inundaciones
Un solo gen para la tolerancia a la sumersión, Sub1, se aisló en 2006 en una variedad índica de bajo rendimiento, llamada FRI3A.

+

B Altos rendimientos
Un descendiente del IR8, el IR64, es una variedad de alto rendimiento y muy utilizada, pero no resiste bien las inundaciones.

=

C Un arroz para mares crecientes
Técnicas avanzadas de reproducción, que incluyen la selección asistida por marcadores, se utilizaron para transferir el gen de la tolerancia a la sumersión y crear el IR64 Sub1.

El problema central no es elegir entre alta o baja tecnología, sino llevar conocimientos que funcionan a personas como Juma.

Kibwana nos invita a nosotros y a dos vecinos a sentarnos en su porche.

A diferencia de los agricultores de Bagamoyo, Kibwana y sus vecinos cultivan una variedad de cultivos: plátanos, aguacates y maracuyás que están de temporada ahora. Pronto plantarán zanahorias, espinacas y otros vegetales de hoja verde, todos para consumo local. La mezcla proporciona un respaldo en caso de que un cultivo falle; también ayuda a reducir las plagas. Los agricultores aquí están aprendiendo a plantar de manera estratégica, disponiendo filas de *Tithonia diversifolia*, un girasol silvestre que las moscas blancas prefieren, para alejar la plaga de la yuca. El uso de composta en lugar de fertilizantes sintéticos ha mejorado tanto el suelo que uno de los agricultores, Pius Paulini, ha duplicado su producción de espinaca. La escorrentía de sus campos ya no contamina los arroyos que abastecen de agua a Morogoro.

Quizá el resultado que más ha afectado la vida de la agricultura orgánica ha sido el liberarse de deudas. Incluso con subsidios del gobierno, cuesta 500 000 chelines tanzanos, más de 300 dólares, comprar fertilizante y pesticida suficientes para tratar media hectárea, un gasto abrumador en un país donde el ingreso anual per cápita es de menos de 1 600 dólares. “Antes, cuando teníamos que comprar fertilizante, no quedaba dinero para enviar a nuestros niños a la escuela”, afirma Kibwana. Su hija mayor está terminando ahora el bachillerato.

Y también las granjas son más productivas. “La mayoría de los alimentos de nuestros mercados proviene de pequeños agricultores –indica Maro–. Ellos alimentan a nuestra nación”.

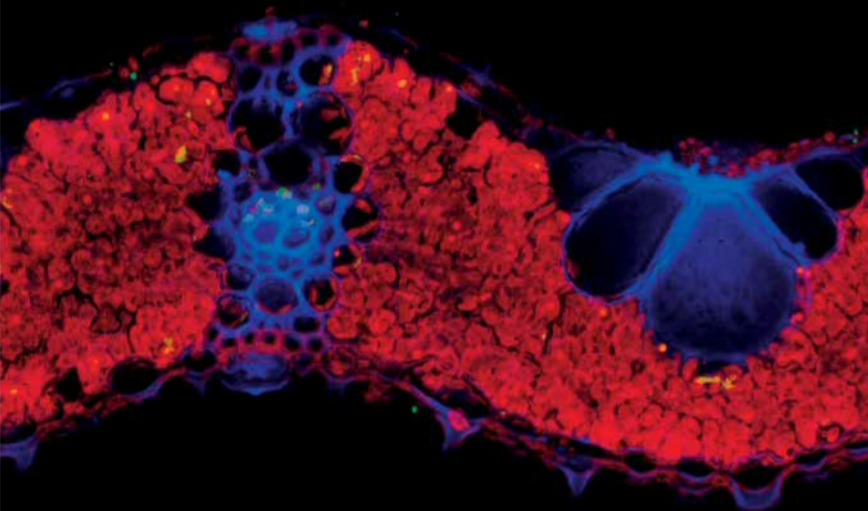
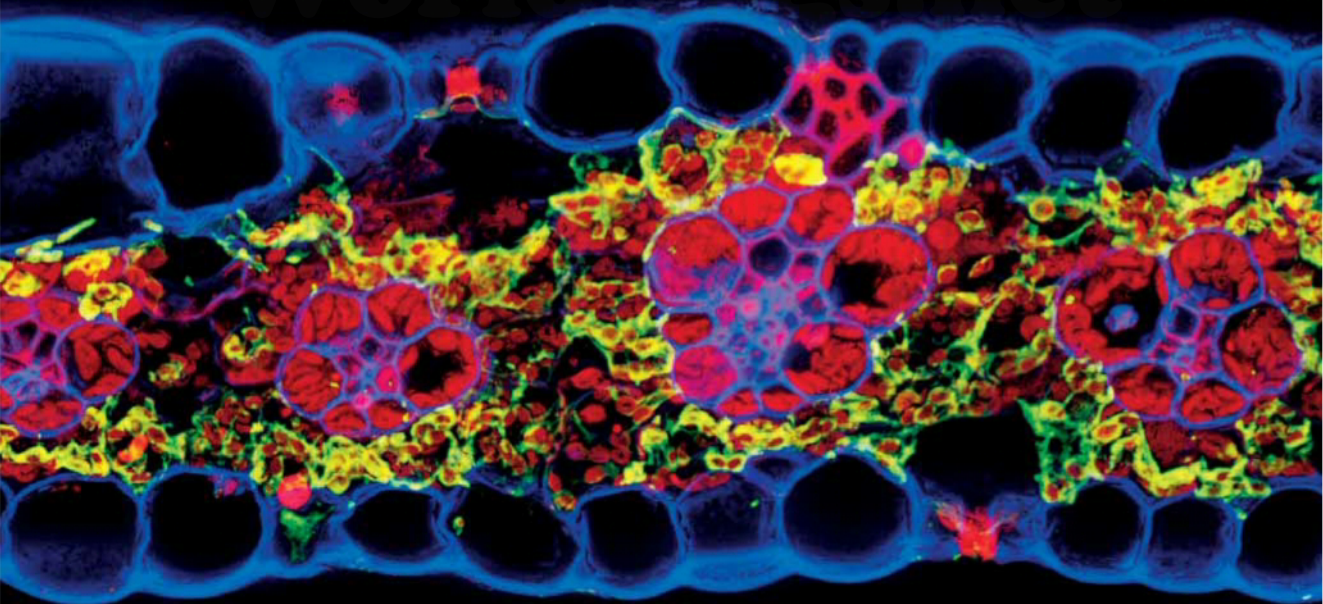
Cuando le pregunto a Maro si las semillas genéticamente modificadas también podrían ayudar a esos agricultores, ella se muestra escéptica. “No es realista”, responde. ¿Cómo podrían permitirse comprar las semillas cuando ni siquiera pueden comprar fertilizante? En un país donde pocos agricultores han visto si acaso alguna vez a un consejero agrícola del gobierno o apenas están conscientes de las enfermedades que amenazan sus cultivos, ¿qué probabilidad hay, pregunta, de que consigan el apoyo que requieren

para mantener cultivos GM de manera apropiada? Desde el porche de Kibwana tenemos magníficas vistas de laderas sembradas en terrazas, ricamente cultivadas, pero también de laderas marcadas por los campos marrones erosionados de los agricultores no orgánicos, la mayoría de los cuales no construyen terrazas para retener su preciado suelo. Kibwana y Paulini dicen que su propio éxito ha atraído la atención de sus vecinos. Aquí, la agricultura orgánica se está extendiendo. Pero lo está haciendo lentamente.

Ese es el problema central, pienso cuando dejo Tanzania: obtener conocimientos que funcionen de organizaciones como SAT o IRRI para personas como Juma. No se trata de elegir un tipo de conocimiento –baja tecnología contra alta tecnología, no alterado genéticamente contra GM– una sola vez y para siempre. Hay más de una manera de aumentar las producciones o detener la mosca blanca. “La agricultura orgánica puede ser el enfoque correcto en algunas zonas –comenta Mark Edge, el ejecutivo de Monsanto–. De ninguna manera pensamos que los cultivos GM son la solución para todos los problemas de África”. Desde la primera revolución verde, dice Robert Zeigler, la ciencia ecológica ha avanzado junto con la genética. El IRRI también utiliza esos avances.

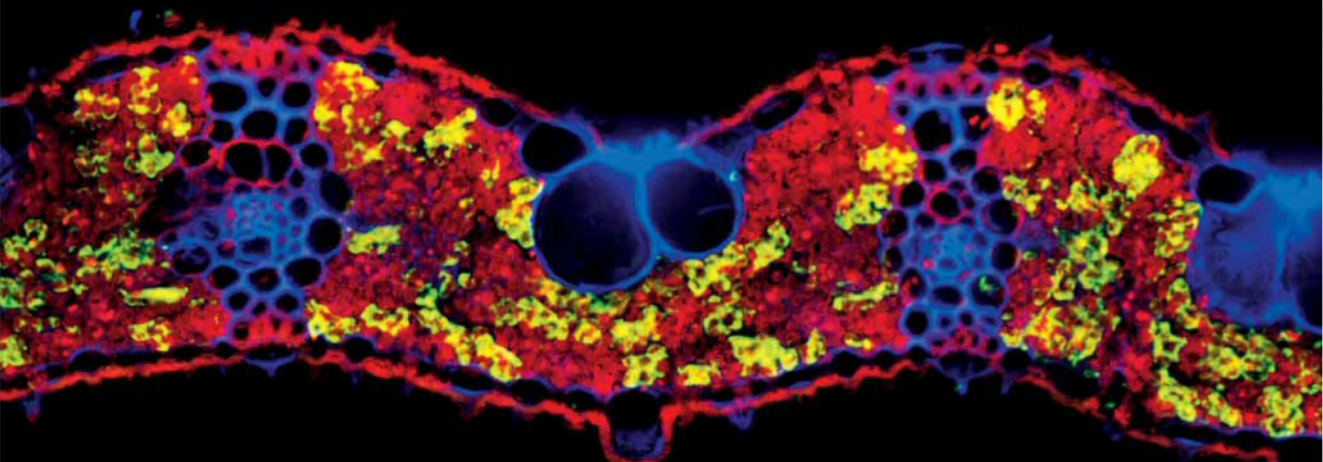
“¿Ve las garcetas volando ahí?”, pregunta casi al final de nuestra conversación. Afuera de su oficina, una bandada desciende en los verdes arrozales. Las montañas a lo lejos brillan con la luz del atardecer. “A principios de los noventa, no se veían aves aquí. Los pesticidas que utilizábamos mataban las aves y los caracoles y cualquier otra cosa. Luego invertimos mucho para entender las estructuras ecológicas de los sembradíos de arroz. Tenemos estas redes complejas y, si las perturbamos, ocurren brotes de plagas. Aprendimos que en la gran mayoría de los casos no se necesitan pesticidas. El arroz es una planta resistente. Puede crear resistencia dentro de ella. Ahora, tenemos aquí una ecología rica y nuestras producciones no han bajado.

“En ciertos momentos del día, tenemos un centenar, más o menos, de esas garcetas. Es realmente muy alentador verlas. Las cosas pueden mejorar”. □



¿Puede el arroz llevar a cabo la fotosíntesis con tanta eficiencia como el maíz? Si fuera así, las producciones podrían aumentar 50%. En el corte transversal aumentado de una hoja de maíz (arriba), las proteínas de la fotosíntesis están teñidas con verde fluorescente. El arroz común (en medio) no produce ninguna de las proteínas, pero el arroz que ha sido genéticamente manipulado por científicos del IRRI (abajo) produce algunas.

WILLIAM PAUL QUICK, IRRI





El futuro de la **COMIDA** www.ngenespanol.com/comida/

Hecho pedazos

En el negocio del pollo, un ave vale menos completa que la suma de sus partes. Alrededor de 90 % de los pollos de engorda que se crían en Estados Unidos, los que se destinan a la mesa y no para poner huevos, se cortan en piezas antes de venderse. El apetito estadounidense por la carne blanca da como resultado que se exporten muy pocas pechugas; los paladares extranjeros encuentran esa carne un poco insípida. Pero el resto del pollo puede ir a todo el mundo. El descubrimiento de los mercados internacionales para las partes poco consumidas ha sido decisivo. La exportación de pollo por tipo de pieza creció de 6 % de la producción en 1990 a más de 20 % en la actualidad.

Alas

Principal importador: **China**
Total de exportaciones de EUA:
937 toneladas



Durante mucho tiempo, las puntas de las alas han sido las favoritas en Asia, pero el aumento en el consumo en Estados Unidos se debe casi exclusivamente a la popularidad de las alitas tipo Búfalo, un plato que se sirvió por primera vez en un bar al norte de Nueva York en 1964.

Plumas

Principal importador: **Indonesia**
Total de exportaciones de EUA:
191255 toneladas



La industria de las aves de corral en Estados Unidos produce alrededor del 450 000 de toneladas de plumas al año. Se muelen para convertirlas en alimento y como pienso para los animales o para endurecer el plástico.

Piernas y muslo

Principal importador: **Rusia**
Total de exportaciones de EUA:
1819 717 toneladas



A principios de los años noventa del siglo xx, durante la disolución de la Unión Soviética, el gobierno de Estados Unidos donó piernas de pollo para combatir la escasez de alimentos; los rusos las llamaban *nozhki Busha*, o piernas de Bush. En la actualidad ya no se necesita esa ayuda, pero se quedó el gusto por la carne oscura.

Vísceras

Principal importador: **Sudáfrica**
Total de exportaciones de EUA:
43 978 toneladas



Las tripas generalmente van a plantas procesadoras donde se muelen y utilizan como alimento para mascotas o fertilizante.

Patas

Principal importador: **China**
Total de exportaciones de EUA:
299 833 toneladas



En la industria de las aves de corral se consideraba que las patas no tenían ningún valor hasta que se explotaron en los mercados asiáticos a principios de la década de los noventa del siglo xx.



Aferrados a sus tradiciones, los esvanos viven en las aldeas que componen Ushguli, un Sitio Patrimonio Mundial. Los caballos son el medio de transporte más confiable en la agreste región de Svanetia.

A full-page photograph of a person riding a dark brown horse across a grassy mountain slope. In the background, several tall, dark stone towers, remnants of medieval fortifications, stand on a hill. The scene is bathed in the warm, golden light of late afternoon or early morning, with long shadows cast across the landscape.

Un refugio medieval en las montañas

En lo alto del Cáucaso georgiano, centenarias torres defensivas dominan la vista de las aisladas aldeas de Svanetia.





La estudiante Nana Merlani ensaya con el grupo folclórico Lagusheda en la ciudad de Mestia. Mediante el aprendizaje de danzas y canciones tradicionales en esvano, la compañía forma parte del renacimiento cultural que impulsan los jóvenes.





Iluminados con antorchas de abedul, aldeanos de Mulakhi vierten alcohol en las tumbas de familiares durante una conmemoración invernal denominada Lamproba que proviene de tiempos precristianos. Actualmente se celebra en Navidad y Pascua.

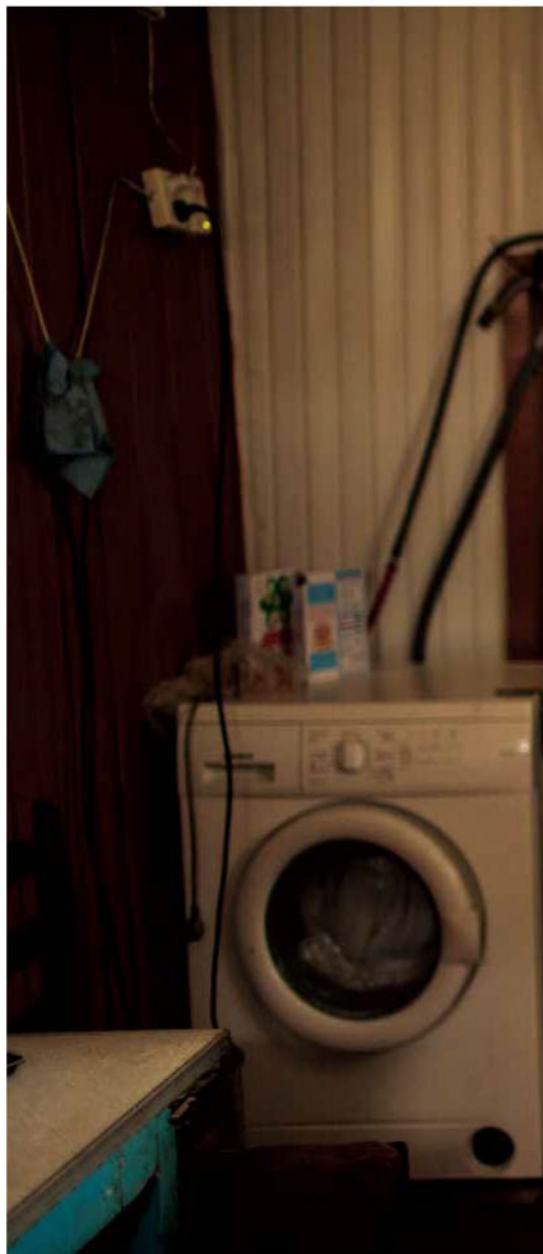
Por Brook Larmer

Fotografías de Aaron Huey

ARMADOS CON CUCHILLOS, hombres de manos encallecidas se reúnen al alba cerca de la torre de piedra. Tras una noche de nevada continua –primera de la temporada en Svanetia, región en lo alto del Cáucaso georgiano–, el día ha amanecido con claridad cristalina y así, repentinamente visible más allá de Cholashi y las torres de 21 metros que componen su antiguo perfil, se yergue el círculo de cumbres de 4 570 metros que, desde hace siglos, ha mantenido aislada una de las últimas culturas medievales existentes.

Se hace el silencio cuando Zviad Jachvliani, corpulento ex boxeador de barba canosa, dirige a los hombres y un toro reacio hasta un patio que domina el valle nevado. No se necesitan palabras. Están celebrando el ormotsi, festividad esvana que señala los 40 días inmediatos a la muerte de un ser querido; en este caso, la abuela de Jachvliani. Todos saben qué hacer pues, en este rincón agreste de Georgia, las tradiciones esvanas –sacrificio de animales, afeitado ritual de la barba, reyertas familiares– han persistido más de 1 000 años. “Las cosas están cambiando en Svanetia –dice Jachvliani, de 31 años y padre de tres niños–. Pero nuestras tradiciones perdurarán. Las llevamos en el ADN”.

Maniobra el toro en el patio situándolo de cara al oriente, donde el sol se asoma sobre la irregular cumbre del monte Tetnuldi, cerca de la frontera rusa. Mucho antes de la llegada del cristianismo, en el primer milenio, los esvanos veneraron al sol y esa fuerza espiritual –junto con su derivado, el fuego– aún figura en los ritos locales. Los hombres con cuchillos se sitúan enfrente, Jachvliani vierte en el suelo una copa de aguardiente como ofrenda a su abuela y su anciano tío entona una bendición. Luego, con una mano protegiendo la llama de una vela, su primo enciende el pelo del toro en la frente, los hombros y la grupa, como una flamígera señal de la cruz.





Con 4710 metros de altitud, las cumbres gemelas del monte Ushba de Svanetia –conocido como el Matterhorn del Cáucaso, aunque 228 metros más alto– emergen de la paleta de Misha Mchedliani, quien aprovecha los prolongados inviernos para pintar en su hogar de Mestia, donde nació y creció.

En épocas de peligro, los georgianos de tierras bajas enviaban

Concluida la bendición, los hombres lanzan una pata del toro y, mientras brama, tiran al mismo tiempo izándolo de la rama de un manzano. Jachvliani sujeta los cuernos; otro aldeano desenvaina una afilada daga y, arrodillándose junto al animal, casi con ternura, palpa el cuello buscando la arteria.

A LO LARGO DE LA HISTORIA, muchos imperios poderosos –árabe, mongol, persa, otomano– enviaron ejércitos a saquear Georgia, la frontera entre Europa y Asia. Pero el hogar de los esvanos, una franja de tierra oculta entre los desfiladeros del Cáucaso, permaneció libre hasta mediados del siglo XIX, cuando los rusos tomaron el control. El aislamiento de Svanetia ha moldeado su identidad y valor histórico. En épocas de peligro, los georgianos de tierras bajas enviaban iconos, joyas y manuscritos a resguardo en iglesias y torres en la montaña, convirtiendo Svanetia en depositaria de la antigua cultura georgiana, papel que los esvanos tomaban con gran seriedad: un ladrón de iconos podía ser expulsado de la aldea o, peor aún, sufrir la maldición de alguna divinidad.

Sin embargo, los habitantes de Svanetia preservaron una cultura aún más antigua en su fortaleza de montaña: la propia. Hacia el siglo I a. C., los esvanos, considerados descendientes de esclavos sumerios, tenían reputación de ser guerreros feroces, como consta en los escritos del geógrafo griego Estrabón. A la llegada del cristianismo, alrededor del siglo VI, la cultura esvana había echado profundas raíces y tenía una lengua propia, un complejo estilo musical e intrincados códigos de caballería, venganza y justicia comunal.

Los esvanos que aún viven en Alta Svanetia –donde se ubican algunas de las poblaciones más elevadas y aisladas del Cáucaso– se aferran a sus tradiciones de canto, duelo y celebración, y defienden con ferocidad el honor familiar. “Svanetia es un museo etnográfico viviente”, afirma Richard Bærug, académico y hospedero noruego que trata de salvar la lengua esvana, eminentemente oral

y que, según muchos eruditos, antecede al georgiano. “En ninguna parte hallará otro lugar donde mantengan las tradiciones y los ritos del medievo europeo”.

¿Qué sucede cuando la Edad Media choca con el mundo moderno? Desde los últimos años del régimen soviético, hace un cuarto de siglo, miles de esvanos han migrado a los bajíos de Georgia huyendo de la pobreza, los conflictos y desastres naturales, y las pandillas criminales. En 1996, cuando la UNESCO confirió la condición de Patrimonio Mundial a Ushguli, el grupo de aldeas esvanas a mayor altitud, tantos bandidos mero-deaban el camino que serpentea por Svanetia que pocos se atrevían a visitar la región. Pero las fuerzas de seguridad acabaron con las pandillas en 2004 y, ahora, el gobierno está implementando un programa para transformar la zona montañosa medieval en un destino turístico.

En 2012, el gobierno instaló un tendido eléctrico para iluminar las poblaciones más aisladas y, en breve, el camino que comunica la mayor parte de las aldeas de Alta Svanetia quedará pavimentado hasta Ushguli. El frenesí de desarrollo ha transformado la apacible encrucijada regional de Mestia en una especie de centro turístico suizo, con chalets de madera, edificios gubernamentales hipermodernos y una terminal aeroportuaria, mientras que en las laderas del monte Tetnuli –cruzando el río, frente al hogar de Jachvliani en Cholashi– está en construcción uno de los complejos de esquí más grandes de Georgia, pero habría que cuestionar si semejante cambio salvará o arruinará la región.

Anciano patriarca de Adishi, Bavchi Kaldani habla en apenas un ronco susurro –con el áspero acento esvano–, pero sus palabras son poderosas: “Si me detengo, moriré”. Pese a sus 86 años, manos artríticas y espalda encorvada, insiste en seguir realizando las arduas tareas de la vida en una aldea esvana: corta madera con su pesada hacha, siega hierba para las raciones invernales de sus animales y repara la torre de piedra de su familia.

Testimonio de la precaria existencia en la montaña, alguna vez él mismo estuvo tentado a dejar Svanetia. Criado en una *machubi* –vivienda tradicional de piedra para familias extendidas,

Establecido en Pekín, Brook Larmer es colaborador frecuente. Aaron Huey comenzó a realizar trabajos fotográficos en Svanetia en 1999.

FORTALEZA MONTAÑOSA

Aunque forma parte de Asia, Georgia se considera europea. Alta Svanetia, donde se desarrolla este artículo, jamás fue conquistada por extranjeros, y aun cuando su población actual es de 12 000 habitantes, más que la de Baja Svanetia, la cifra ha menguado debido a la emigración en busca de mejores empleos. Con todo, el crecimiento turístico hace que se corra la voz sobre esta agreste región.



incluido el ganado—, Kaldani recuerda una época en que su bulliciosa aldea albergaba 60 familias, siete iglesias y docenas de artefactos sagrados de cuando líderes de clanes de toda la región cabalgaban varios días para orar ante los Evangelios de Adishi, volumen encuadernado en piel que data del año 897. Si bien la continua amenaza de una catástrofe obligaba a Kaldani a mantener reservas para los crudos inviernos que, incluso hoy, aíslan la población del resto de Svanetia, nada lo preparó para las mortíferas avalanchas de 1987. Aquel invierno logró mantener a salvo a su familia en la base de la torre, pero hubo docenas de víctimas por toda Svanetia y eso desató el éxodo.

Conforme más familias emigraban a las tierras bajas de Georgia, Adishi se transformaba en un

pueblo fantasma. En determinado momento quedaban apenas cuatro familias; entre ellas, Kaldani y su esposa, y el bibliotecario de la aldea. Sus hijos, que habían abandonado la población, los convencieron de pasar un invierno en las áridas llanuras, pero la pareja permaneció allí solo cuatro meses antes de volver a casa. “Mi familia ha vivido aquí más de 1 200 años —explica Kaldani—. ¿Cómo iba a permitir que desapareciera mi pueblo?”.

Mientras trabaja con su gorro de lana tradicional, Kaldani encarna la persistencia de la cultura esvana y los peligros que enfrenta. Es uno de los pocos que aún hablan su lengua con fluidez y también uno de los últimos mediadores de la aldea, quienes, por tradición, son convocados





Parientes y amigos se reúnen ante una *supra* o mesa de festín, donde hombres y mujeres se sientan por separado para celebrar el primer aniversario del primer hijo de una familia. Los elocuentes brindis en honor de invitados y antepasados pueden prolongarse horas.

Hombres compiten en un festival sagrado en Kala para hacer sonar una campana de más de 118 kilogramos. Gente de toda Georgia acude a una iglesia cercana para honrar al ortodoxo san Kvirike y la deidad precristiana de la fertilidad, Kviria.







Celebrada 40 días después del deceso, una ceremonia ormotsi en Ipari señala la liberación del alma. Las mujeres cubren el pan del banquete estirando una capa de queso a modo de mantel.

Uno de los últimos mediadores de la aldea, Kaldani arbitra

para dirimir disputas que abarcan desde pequeños robos hasta prolongadas reyertas familiares. Si bien más moderada en la actualidad, la obligación de defender el honor familiar dio origen a tantas *vendettas* en la antigua sociedad esvana que, según eruditos, las torres de piedra se construyeron para que las familias se protegieran no solo de invasores y avalanchas, sino también de sus vecinos.

Las rencillas de clanes repuntaron en el caos posterior al colapso de la Unión Soviética. “No me daban descanso”, afirma Kaldani. En algunos casos, luego de negociar un precio de sangre (por lo general, 20 vacas por un asesinato), llevaba a las familias rivales a la iglesia y las obligaba a jurar por los iconos y a bautizarse mutuamente, ya que el ritual garantiza que las familias “no querellen en 12 generaciones”, explica.

Aun cuando las reyertas familiares casi han desaparecido de Svanetia en la última década, no así los antiguos códigos de justicia que hacen cumplir mediadores como Kaldani. Y también perduran otras tradiciones locales. Cada agosto, una familia patrocina la festividad anual de Adishi, Lichaanishoba, que atrae a antiguos residentes establecidos en las tierras bajas y parejas que oran por un hijo o dan gracias por el nacimiento de un bebé ofreciendo una oveja y una jarra de licor casero. En el verano de 2013, 500 personas asistieron a la festividad y 32 corderos fueron bendecidos y sacrificados en un otero junto a la diminuta iglesia de san Jorge, que data del siglo XII.

Desde lo alto de la torre de 15 metros de Kaldani, la población luce hermosa y desolada. Postigos herrumbrosos se mueven con la brisa; pinos brotan de torres medio colapsadas. Más abajo, el



En la aldea de Ieli, Oleg Smasiani permanece a la mesa del desayuno departiendo con sus tres hijos. Aunque en su juventud abandonó Svanetia buscando empleo, después regresó para formar una familia.

disputas que van desde robos hasta reyertas familiares.

río ha desgastado el camino de tierra que conduce a la aldea, de modo que solo es accesible a pie o a caballo. No obstante, Adishi está volviendo a la vida gracias a la tozudez de Kaldani y a que la aldea está ubicada en una popular ruta de excursionismo. En los últimos dos años, siete familias regresaron a reconstruir sus hogares y abrir pequeñas hosterías, de suerte que la población permanente se ha elevado a casi 30. Mientras dos vecinos de Kaldani afilan sus hoces para los últimos días de siega de pastura invernal, Adishi ya no da la impresión de abandono. Parece renacida.

LA CANCIÓN DE AMOR y venganza comienza suavemente, con una voz solitaria que sigue una antigua melodía. A poco, otras voces se suman al canto en la fría habitación frente a la plaza principal de Mestia y crean una intrincada progresión

de armonías y contrapuntos que crece en intensidad hasta resolverse en una única nota de resonante claridad.

Es una de las formas polifónicas más antiguas del mundo, un estilo complejo caracterizado por dos o más líneas melódicas simultáneas. Y aunque antecede en varios siglos la llegada del cristianismo a Svanetia, ninguno de los músicos reunidos esa tarde otoñal cuenta más de 25 años. Al terminar la sesión, jóvenes de ambos sexos salen a la plaza charlando, riendo y lanzándose besos, sin dejar de teclear en sus teléfonos móviles. “Todos estamos en Facebook”, comenta Mariam Arghvliani, de 14 años, integrante del grupo folclórico Lagusheda, en el que toca tres antiguos instrumentos de cuerda (incluida un arpa de madera esvana con forma de L). “Pero eso no significa que hayamos olvidado nuestra herencia”.





En Svanetia aún quedan unas 200 torres como estas, en Ushguli. Construidas entre los siglos ix y xiii, hoy se utilizan para almacenar heno y grano para animales de granja, incluidos cerdos.



Con velas en las astas, un toro es bendecido en una iglesia del siglo x, cerca de Mestia, antes de ser sacrificado en una festividad de febrero que data del periodo precristiano.

En una mesa de madera descansa la cabeza del toro que

La música tradicional de Svanetia experimenta un renacimiento impulsado no por los ancianos de las aldeas, tradicionales guardianes de la cultura esvana, sino por los jóvenes de Mestia, ciudad cuyas aspiraciones modernas se evidencian en una estación de policía ondulada y de diseño futurista, situada frente a las torres de piedra en las laderas.

Como casi todos los de su generación, Arghvliani no domina la lengua materna, “solo la letra de nuestras canciones”, confiesa, pero su inmersión musical se inició casi desde la cuna y, a los cuatro años, ya cantaba en el coro de su tía. Sin embargo, ese talento se habría perdido, junto con la tradición musical esvana, de no ser por el programa juvenil lanzado hace 13 años por el carismático cruzado cultural de Svanetia, el padre Giorgi Chartolani.

Sentado en el cementerio de su iglesia, Chartolani recuerda el tumulto postsoviético que puso en peligro una cultura debilitada por casi siete décadas de represión. “La vida entonces era brutal –recuerda, mientras acaricia su larga barba, luego mueve la cabeza señalando las lápidas, algunas talladas con imágenes de jóvenes asesinados en reyertas–. Las aldeas se vaciaban, nuestra cultura desaparecía. Había que hacer algo”, dice. Su programa, que ha enseñado música y danza tradicional a cientos de estudiantes como Arghvliani, fue “una luz en la oscuridad”, afirma.

Una luz que hoy alumbr a un futuro alternativo. Esa noche, los jóvenes músicos regresan a la plaza de Mestia en sus atuendos festivos: los varones, con túnicas bermellón y dagas de plata a la cintura; las mujeres, con largos vestidos negros de estilo campesino. El público consiste de



Los niños pasan gran parte del invierno esquiando. Instigados por la expansión del aeropuerto de Mestia, los desarrolladores construyen modernos *resorts* de esquí para fomentar el turismo.

sacrificaron en honor a la difunta abuela de Jachvliani.

50 visitantes extranjeros en coloridas parkas, quienes han pagado seis dólares por persona para ver el espectáculo. El renacimiento de la música esvana comenzó antes de que el turismo llegara a Svanetia, pero fue hasta 2012 que el grupo musical masculino Kviria se presentó por primera vez ante los visitantes y, ahora, el creciente interés del mundo exterior en esa compleja forma musical ha tenido un efecto de rebote: cada vez más niños esvanos asisten a las clases de Chartolani.

HASTA LAS ANTIGUAS RENCILLAS tienen repercusiones duraderas en Svanetia. Hace un siglo, el bisabuelo de Jachvliani asesinó a un vecino de Cholashi para vengar la muerte de su preciado toro. La reyerta terminó cuando los Jachvliani pagaron a sus enemigos una hectárea de tierras

agrícolas y 20 cabezas de ganado, un precio de sangre que aún se deja sentir.

Hoy día, la familia tiene un solo toro pues, sobre una mesa de madera –ojos abiertos, la gruesa lengua gris colgando por un lado–, descansa la cabeza cercenada del otro que sacrificaran en honor de la finada abuela. Bajo la implacable mirada del animal, Jachvliani y los otros hombres de Cholashi devoran el primer platillo ceremonial del ormotsi: un condimentado cocido de corazón e hígado. Más tarde, antes del estrepitoso festín vespertino, el deudo y varios hombres, quienes no se han afeitado en 40 días desde el fallecimiento, se reunirán fuera del dormitorio de la difunta para orar y brindar; luego cortarán mechones de sus revueltas barbas y los depositarán en la mesa de ofrendas, junto al bastón de madera de la anciana.

Como la historia misma, los difuntos están muy presentes en Svanetia. Cada mes, durante un año, los Jachvliani celebrarán pequeños banquetes en honor de la abuela y 70 días antes de Pascua se reunirán para la Lamproba, ceremonia de “mencionar almas” que combina elementos precristianos y cristianos. Jachvliani y los varones de su familia caminarán por la nieve con ramas de abedul encendidas y las depositarán junto a la tumba, donde brindarán y elevarán plegarias hasta que se consuman las antorchas.

¿Cuánto tiempo arderán las ascuas de la tradición en Svanetia? La mañana después del ormot-si, Jachvliani aparece bien rasurado y cruza el valle hacia su nuevo trabajo con el equipo de construcción que pavimenta el camino de tierra hasta lo alto del paso. Aunque, a la larga, la carretera se extenderá hasta Ushguli, el trabajo en esa sección permitirá que la maquinaria pesada llegue al emergente complejo de esquí en el monte Tetnuli. Junto al río que corre bajo Cholashi, una cerca de malla circunda las pruebas de lo que está por llegar: fila tras fila de telesillas y góndolas.

Los inminentes cambios del valle y la propuesta de una hidroeléctrica en el sur son motivo de inquietud para muchos esvanos. ¿Qué será de sus aldeas, sus tierras, sus tradiciones? Jachvliani trata de ser optimista. Dice que el *resort* podría inyectar recursos indispensables en la aislada región y atraer algunas de las 20 familias que abandonaron su aldea. “Necesitamos más empleos, más oportunidades”, insiste.

Sentado con su madre viuda cerca del fogón de la cocina, Jachvliani otea las montañas que se recortan en el cielo. Cuando sus hermanas decidieron emigrar a los bajíos de Georgia, permaneció en Svanetia porque era el único hijo, el último hombre de la familia y hoy, con 31 años, no imagina su existencia en otra parte. “Regrese en 10 años para averiguar si nuestra aldea sobrevivió”, propone, con una sonrisa, mientras sus dos hijas pequeñas trepan por su espalda. Su confianza sin duda proviene de la larga historia de supervivencia de los esvanos, pero también del simple hecho de que se ha convertido en uno de los guardianes de la llama. □





Un muchacho y su caballo vuelven a casa en Ushguli, a más de 2 130 metros sobre el nivel del mar. Pese a que los viajes, la tecnología y el turismo modernos están introduciendo el mundo exterior en Svanetia, los vínculos familiares y la cultura esvana se mantienen fuertes, por ahora.

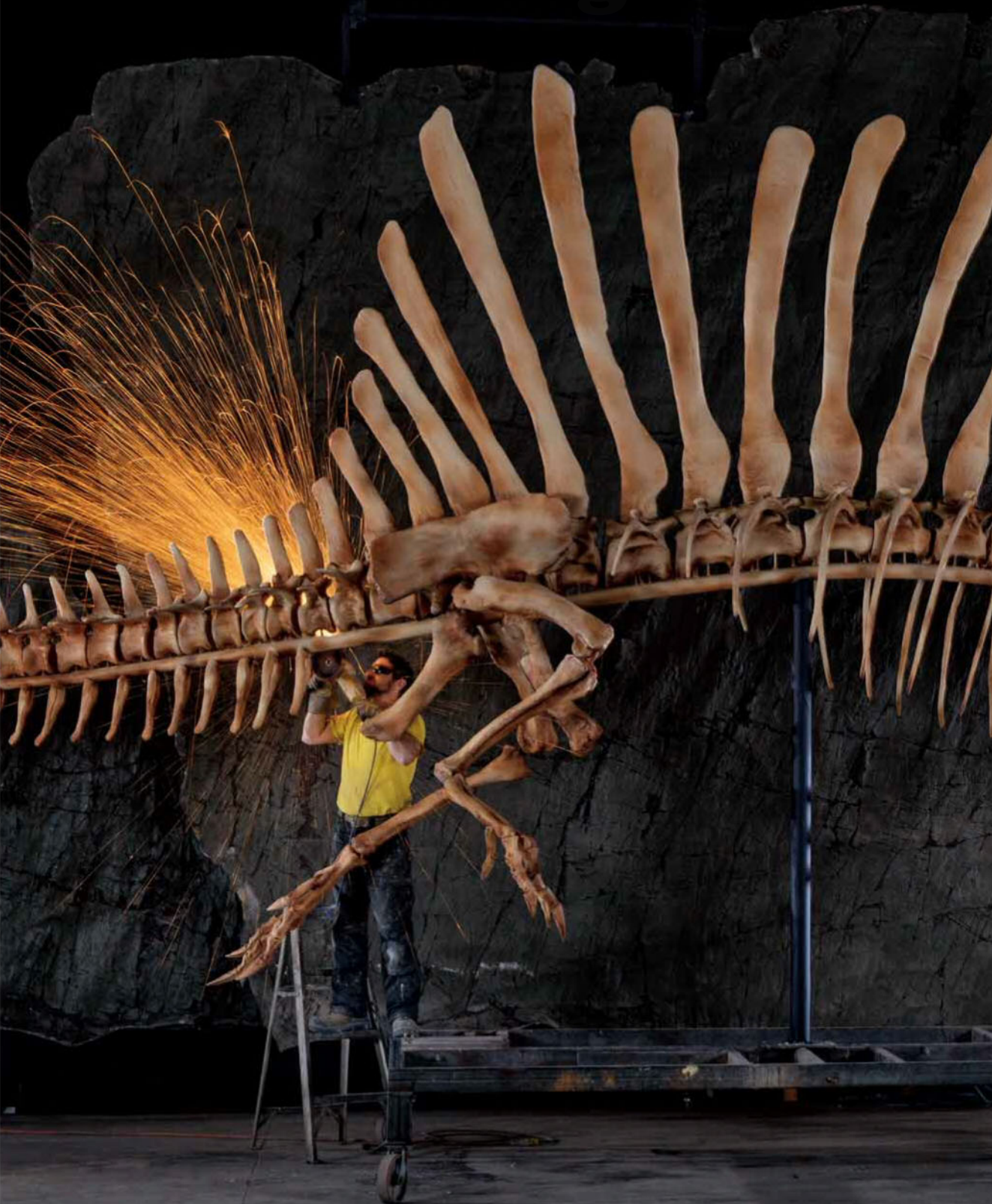




Sr. *enorme*

Hazte a un lado, T. rex: el carnívoro más grande y malo que haya caminado sobre la Tierra es el *SPINOSAURUS*.

Un modelo del *Spinosaurus*, un depredador del Cretácico, recibe tratamiento de estrella de rock durante una sesión de fotos.



WorldMags.net

Los trabajadores liman los bordes ásperos de un esqueleto de *Spinosaurus* de tamaño natural y anatómicamente preciso, creado a partir de datos digitales. Los científicos ensamblaron un modelo digital con escaneos de tomografía computarizada de fósiles, imágenes de huesos perdidos y extrapolaciones de criaturas relacionadas; después lo produjeron con poliestireno, resina y acero.



Por Tom Mueller

Fotografías de Mike Hettwer

La tarde del 3 de marzo de 2013, un joven paleontólogo llamado Nizar Ibrahim estaba sentado en un café en Erfoud, Marruecos y, al ver cómo se desvanecía la luz del día, sintió que sus esperanzas se perdían con ella. Ibrahim había ido a Erfoud con dos colegas tres días antes para rastrear a un hombre que podría ayudarlo a resolver un misterio: un cazador de fósiles local que vendía sus mercancías a las tiendas y a los comerciantes. Entre los hallazgos más valiosos se encuentran los huesos de dinosaurio de los yacimientos de Kem Kem, una escarpadura de 250 kilómetros de largo con depósitos que datan de mediados del Cretácico, de 100 a 94 millones de años atrás. Después de buscar por días entre los sitios de excavación cercanos a la aldea de El Begaa, los tres científicos acabaron vagando por las calles del pueblo con la esperanza de encontrar al hombre.

Entre 1910 y 1914, Ernst Freiherr Stromer von Reichenbach, aristócrata bávaro, y su equipo realizaron varias y extensas expediciones en el Sahara egipcio, en el extremo oriente de un sistema fluvial antiguo del cual Kem Kem forma su frontera occidental. Stromer encontró cerca de 45 taxones diferentes de dinosaurios, cocodrilos, tortugas y peces. Entre sus hallazgos estaban dos

PIONERO DE LA PALEONTOLOGÍA

Ernst Stromer exploró sin descanso el este del Sahara poco antes de la Primera Guerra Mundial. Sus hallazgos, incluyendo el *Spinosaurus*, iluminaron el Cretácico en África, momento crucial en la vida de la Tierra marcado por el rompimiento del supercontinente Gondwana.



esqueletos parciales de un dinosaurio nuevo y notorio, un depredador gigante con quijadas de un metro de largo cubiertas de dientes cónicos entrelazados. Sin embargo, su característica más notable era una estructura de 1.70 metros semejante a una vela que tenía en la espalda, apoyada en puntales o espinas distintivas. Stromer llamó al animal *Spinosaurus aegyptiacus*.

Los descubrimientos de Stromer, que forman parte de la Colección Estatal Bávara de Paleontología y Geología en Múnich, lo hicieron famoso.



Durante la Segunda Guerra Mundial trató de que removieran su colección de Múnich, pero el director del museo, un nazi ferviente a quien Stromer no le caía bien por sus críticas abiertas al régimen, se rehusó. En abril de 1944, el museo y casi todos los fósiles de Stromer fueron destruidos en un ataque sorpresa de los aliados. Todo lo que quedó del *Spinosaurus* fueron notas de campo, dibujos y fotografías en tonos sepia.

Ibrahim, quien creció en Berlín, se encontró con el extraño coloso de Stromer en un libro infantil

de dinosaurios alemán. Visitaba las colecciones paleontológicas en Alemania y tuvo una colección impresionante de modelos y moldes de fósiles.

Se volvió a encontrar con la obra de Stromer cuando estudiaba paleontología. “La amplitud y profundidad de su trabajo eran increíbles y me inspiró a ser ambicioso con mi investigación”, explica Ibrahim. La tesis de 836 páginas de Ibrahim describe el registro fósil completo de Kem Kem.

El trabajo de campo para su doctorado lo llevó a Erfoud varias veces. Durante una visita en 2008,

Entre los hallazgos de Stromer estaba un depredador con quijadas de casi un metro de longitud cubiertas de dientes cónicos entrelazados. Su característica más notable: una vela de 1.7 metros en la espalda.

un beduino le enseñó cuatro bloques de piedra con un tono púrpura distintivo vetado con sedimento amarillo. De la roca sobresalía lo que parecía ser el hueso de una garra de dinosaurio y una sección plana de un hueso con un corte transversal de un blanco lechoso poco común. Al igual que todos los fósiles que se extraen sin cuidado de su entorno, el valor científico de los huesos era dudoso. De todos modos, Ibrahim los compró.

Ibrahim entendió su significado potencialmente enorme años después, en una visita al Museo de Historia Natural de Milán. Los investigadores Cristiano Dal Sasso y Simone Maganuco le mostraron el esqueleto parcial de un dinosaurio grande que habían recibido hacía poco de un comerciante de fósiles. Era claro que se trataba un *Spinosaurus*, mucho más completo que los especímenes perdidos de Stromer. Los investigadores le dijeron que el comerciante creía que habían sido excavados en un sitio llamado Aferdou N'Chaft, cerca de El Bega. Los huesos aún estaban incrustados en la roca, una piedra caliza purpúrea con vetas amarillas. Al

levantar una de las espinas dorsales, Ibrahim vio un corte transversal blanco que le pareció familiar.

“Me di cuenta de que los huesos que había comprado en Erfoud debían ser de *Spinosaurus*”, recuerda Ibrahim. Entonces se le ocurrió que los retazos de fósiles de Erfoud y el magnífico espécimen en Milán podrían pertenecer al mismo individuo. De ser así, y si podía ubicar el lugar exacto en donde el fósil había sido enterrado, esos huesos podrían convertirse en la piedra Rosetta para comprender al *Spinosaurus* y su mundo.

Sin embargo, para localizar el lugar, primero tendría que hallar al beduino.

“No sabía su nombre, y solo recordaba que tenía bigote y vestía de blanco –dice Ibrahim–, lo que en Marruecos no facilita mucho las cosas”.

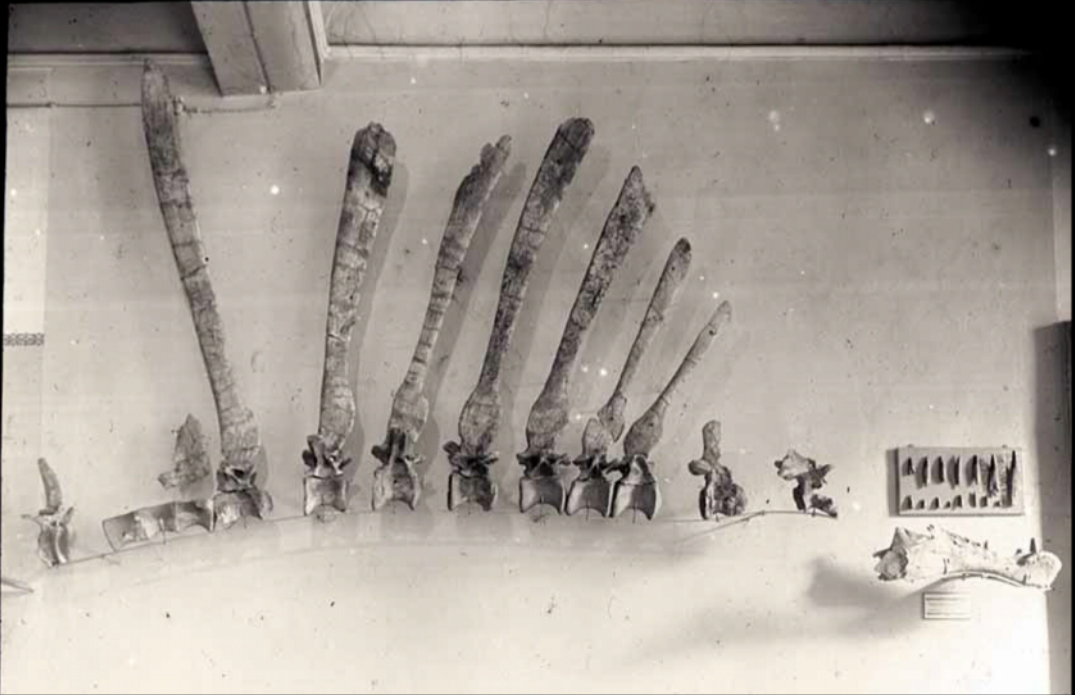
Así, en marzo de 2013 Ibrahim regresó a Erfoud. Junto a Samir Zouhri, de la Universidad Hassan II de Casablanca, y David Martill, de la Universidad de Portsmouth en el Reino Unido, Ibrahim visitó varios sitios de excavación, empezando por Aferdou N'Chaft. Al parecer, nadie reconocía las fotos de Ibrahim de los fósiles de *Spinosaurus* ni al beduino con la vaga descripción de Ibrahim. Tras buscar en las calles de Erfoud en su último día, se rindieron y se desplomaron en un café.

MIENTRAS ESTABAN SENTADOS mirando a la gente que deambulaba por las calles, pasó un hombre de bigote y vestido de blanco. Ibrahim y Zouhri saltaron de sus asientos y lo siguieron. Era él. Les confirmó que había cortado los huesos del frente de una roca durante más de dos meses de trabajo arduo, desenterrando primero los huesos que le había vendido a Ibrahim y luego encontró otros en la ladera, que tiempo después vendió a un comerciante de fósiles en Italia por 14 000 dólares. Sin embargo, cuando le preguntaron si podía mostrarles el lugar del hallazgo, el hombre se rehusó al principio. Ibrahim le explicó lo importante que era saber dónde se habían encontrado los huesos y por qué ese conocimiento ayudaría a que algún día el dinosaurio regresara a Marruecos, como parte de una nueva colección del museo en Casablanca.

“Les mostraré”, dijo.

Después de conducir su maltrecho Land Rover por los palmares al norte de Erfoud, el hombre

Tom Mueller escribió sobre el Duomo de Florencia en la edición de febrero. Mike Hettwer fotografió el artículo de mayo sobre los desmanteladores de barcos.



PERDIDO Y ENCONTRADO

El espécimen tipo de *Spinosaurus* de Stromer, hallado en Egipto en 1912, se incineró durante un bombardeo de los aliados sobre Múnich durante la Segunda Guerra Mundial. Los paleontólogos usaron estas raras fotos para reconstruir digitalmente los huesos perdidos. Al combinarlos con descubrimientos más recientes, produjeron un esqueleto de 15 metros de largo, el mayor de los dinosaurios depredadores.







EL LEVIATÁN DEL CRETÁCICO

El *Spinosaurus*, el único dinosaurio conocido adaptado para vivir en el agua, nadó en los ríos del norte de África hace 100 millones de años. El depredador gigante vivió en una región prácticamente sin herbívoros terrestres de gran tamaño y subsistió sobre todo a base de peces enormes.

WorldM

ILUSTRACIÓN: DAVIDE BONADONNA
FUENTES: NIZAR IBRAHIM, UNIVERSIDAD DE CHICAGO; CRISTIANO DAL SASSO Y SIMONE MAGANUCO, MUSEO DE HISTORIA NATURAL, MILÁN

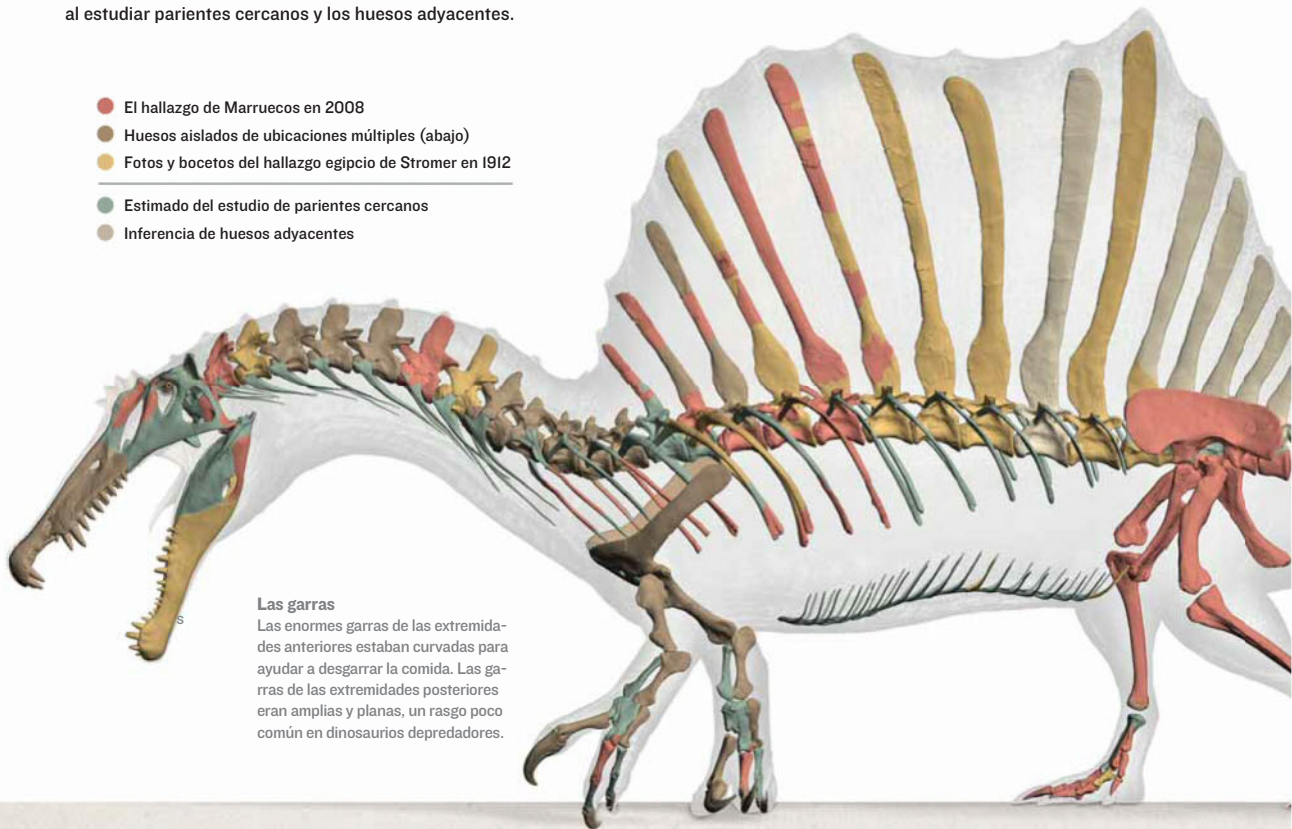
La construcción de la bestia

Herramientas modernas traen a la vida huesos antiguos para revelar al Spinosaurus.

Las piezas del rompecabezas

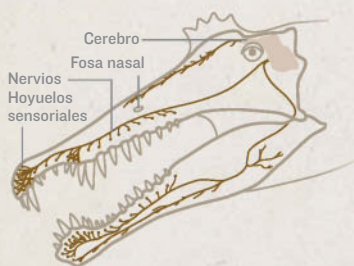
El *Spinosaurus* se recreó utilizando escaneos de tomografía computarizada del esqueleto marroquí nuevo y de las fotos y dibujos de Stromer de especímenes que se perdieron en la Segunda Guerra Mundial. Los huesos se llenaron al estudiar parientes cercanos y los huesos adyacentes.

- El hallazgo de Marruecos en 2008
- Huesos aislados de ubicaciones múltiples (abajo)
- Fotos y bocetos del hallazgo egipcio de Stromer en 1912
- Estimado del estudio de parientes cercanos
- Inferencia de huesos adyacentes



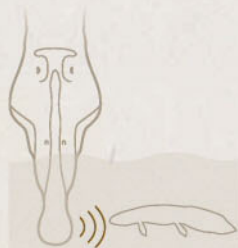
Las garras

Las enormes garras de las extremidades anteriores estaban curvadas para ayudar a desgarrar la comida. Las garras de las extremidades posteriores eran amplias y planas, un rasgo poco común en dinosaurios depredadores.



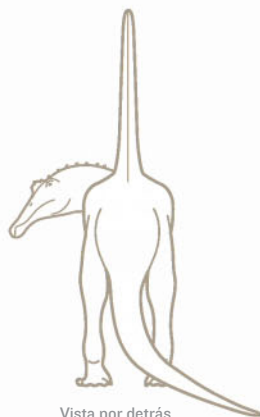
La nariz de un cazador

Mientras nadaba, el *Spinosaurus* percibía sus presas utilizando receptores sensibles a la presión alineados en su hocico. Las fosas nasales ubicadas en la parte alta del hocico permitían al dinosaurio respirar cuando cazaba.



La cresta dorsal

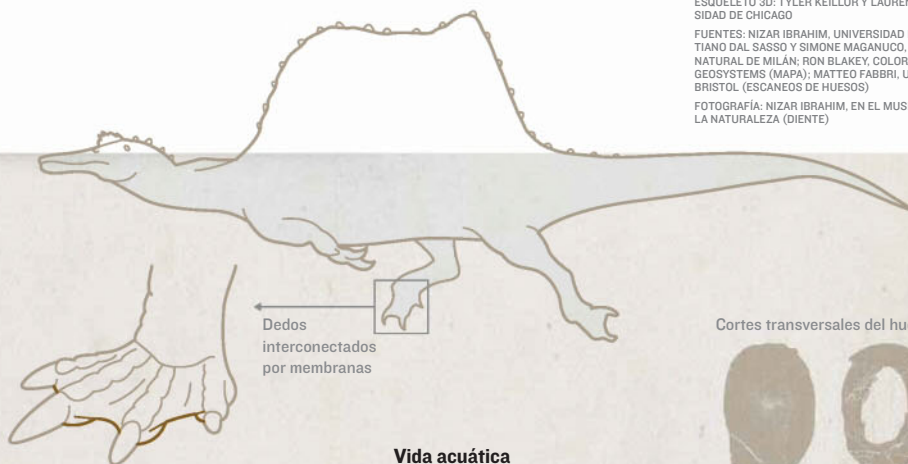
Con espinas dorsales delgadas y pocos vasos sanguíneos, es poco probable que la cresta dorsal se usara para regular el calor o almacenar grasa. Envuelta en piel de manera compacta, con músculos en la base, la cresta quizá servía como una estructura de alarde.



Vista por detrás

La cola

La larga cola del *Spinosaurus* equilibraba el pesado extremo frontal. Probablemente la cola ayudaba a que la criatura se impulsara hacia el frente en el agua.



Dedos interconectados por membranas

Traslado

El *Spinosaurus* era tan pesado al frente que probablemente caminaba en cuatro patas. Las articulaciones del antebrazo y las manos eran más o menos rígidas, así que es probable que los dedos se apoyaran en el suelo. También es posible que las manos señalaran hacia afuera.

Vida acuática

Se infiere que el *Spinosaurus* pasaba la mayor parte de su tiempo en el agua y probablemente tenía dedos interconectados por membranas interdigitales. Puede que la cresta dorsal haya sido lo único visible cuando nadaba, lo que quizá servía como una señal de advertencia territorial.

LAWSON PARKER. MAPA: RYAN MORRIS. ILUSTRACIÓN: DAVIDE BONADONNA
ESQUELETO 3D: TYLER KEILLOR Y LAUREN CONROY, UNIVERSIDAD DE CHICAGO
FUENTES: NIZAR IBRAHIM, UNIVERSIDAD DE CHICAGO; CRISTIANO DAL SASSO Y SIMONE MAGANUCO, MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE MILÁN; RON BLAKEY, COLORADO PLATEAU GEOSYSTEMS (MAPA); MATTEO FABBRI, UNIVERSIDAD DE BRISTOL. (ESCANEOS DE HUESOS)
FOTOGRAFÍA: NIZAR IBRAHIM, EN EL MUSEO CANADIENSE DE LA NATURALEZA (DIENTE)

Cortes transversales del hueso

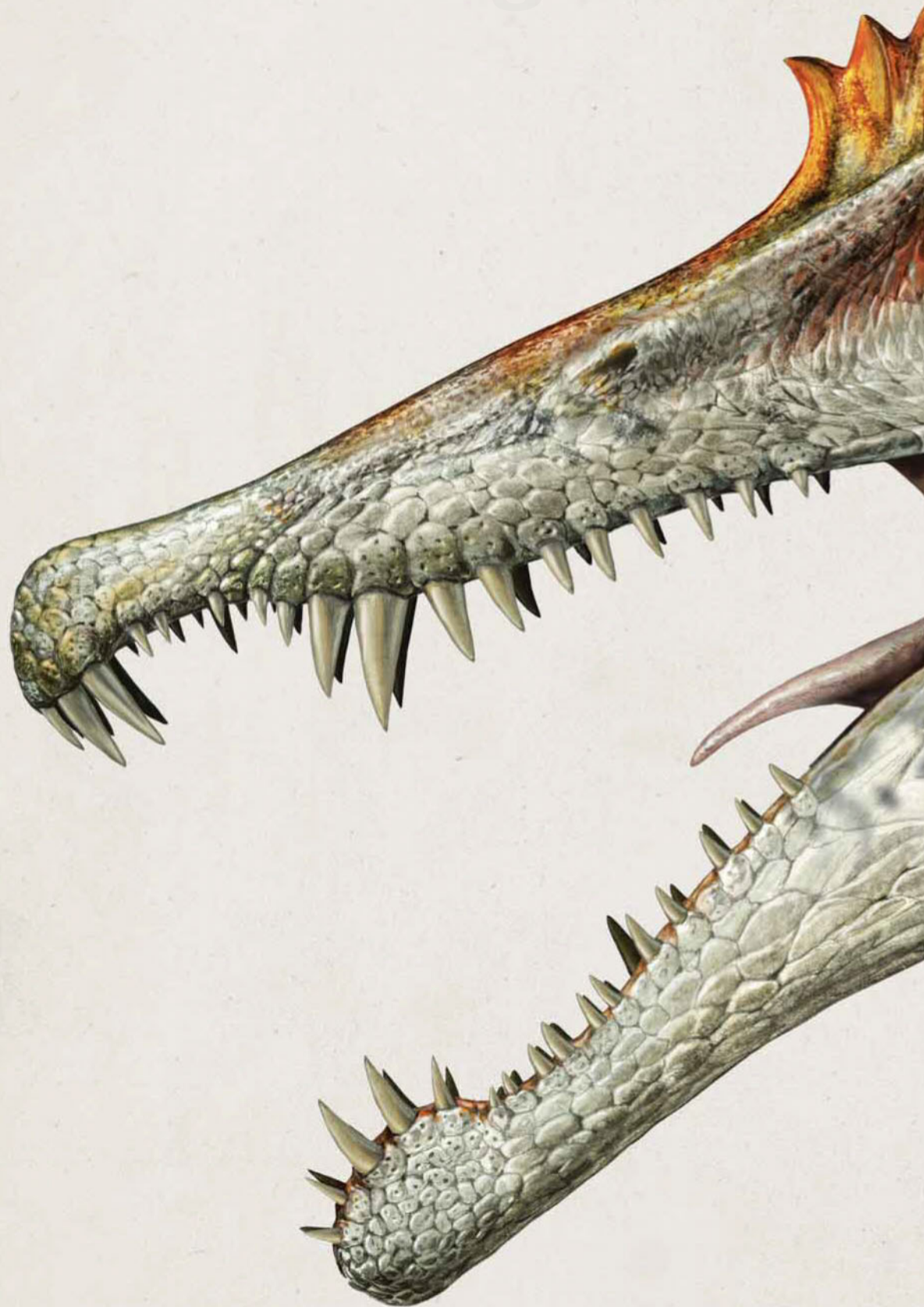


Spinosaurus

T. rex

Huesos densos

El *Spinosaurus* tenía huesos muy densos –similares a los de animales acuáticos y semiacuáticos vivos en la actualidad–, lo que facilitaba el buceo y otras maniobras acuáticas.



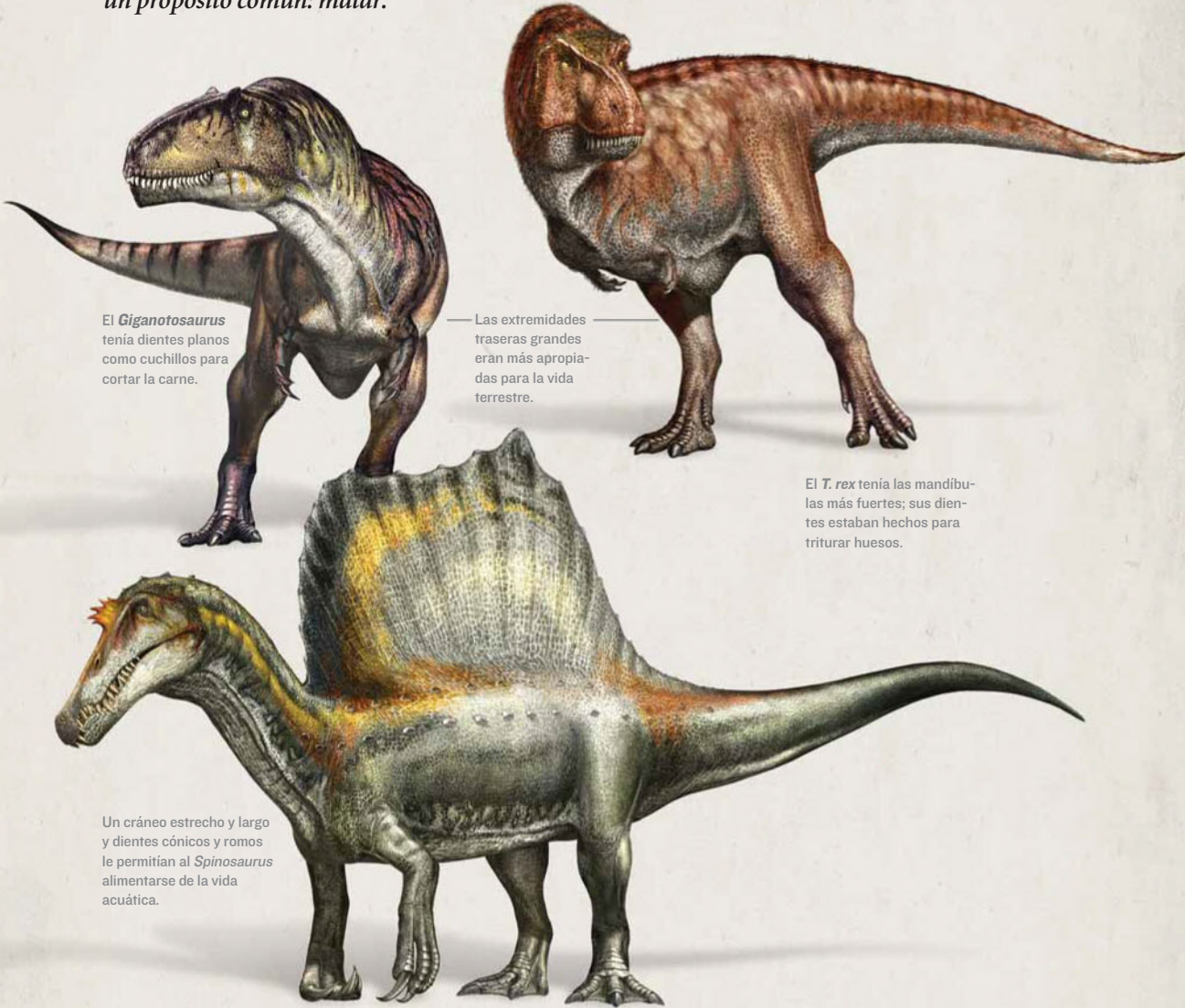


CAZADOR ACUÁTICO

Aunque medían casi un metro y estaban cubiertas de aterradores dientes separados, las mandíbulas del *Spinosaurus* eran mucho menos robustas que las de los dinosaurios depredadores de tamaños comparables, no tan apropiadas para triturar huesos como para atrapar peces en los ríos donde vivía.

Grande, más grande, el más grande

Los mayores dinosaurios depredadores no cruzaron sus caminos; vivieron en épocas y lugares diferentes, pero su anatomía tenía un propósito común: matar.

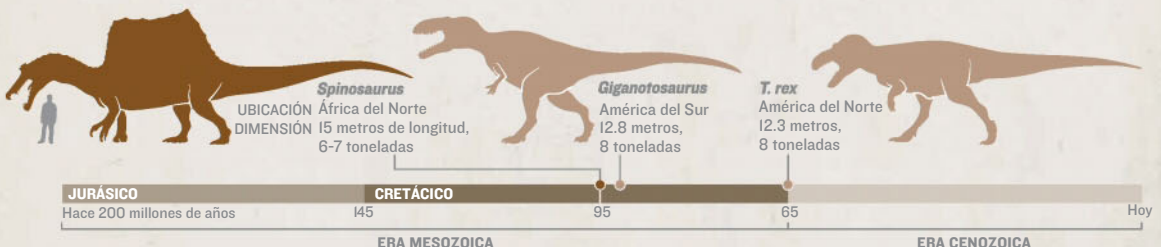


El *Giganotosaurus* tenía dientes planos como cuchillos para cortar la carne.

Las extremidades traseras grandes eran más apropiadas para la vida terrestre.

El *T. rex* tenía las mandíbulas más fuertes; sus dientes estaban hechos para triturar huesos.

Un cráneo estrecho y largo y dientes cónicos y romos le permitían al *Spinosaurus* alimentarse de la vida acuática.



los guío a pie a lo largo del lecho seco de un río y por un risco. Los estratos de los riscos circundantes mostraban que ríos largos y serpenteantes fluyeron ahí hace 100 millones de años. Por fin llegaron a una abertura en una ladera, que alguna vez fue una ribera.

“Ahí”, señaló el beduino.

Ibrahim escaló y reparó en las paredes de arenisca púrpura con vetas amarillas.

PARA ERNST STROMER, el *Spinosaurus* fue el enigma de su vida. Primero pensó que las largas espinas neurales podrían haberle dado soporte a una joroba en los hombros, como la del bisonte; después supuso que eran parte de una cresta o vela dorsal, como las que tienen algunos lagartos y camaleones modernos. Notó que las quijadas estrechas del *Spinosaurus* eran únicas entre los dinosaurios depredadores, al igual que sus dientes: la mayoría de los terópodos carnívoros tenían dientes serrados y como navajas, pero estos eran romos y cónicos, se parecían a los de los cocodrilos. Stromer concluyó, con una perplejidad evidente y quizá un poco de frustración, que el animal estaba “altamente especializado”, pero nunca dijo en qué.

El *Spinosaurus* era parte de un misterio mayor, a menudo conocido como “el acertijo de Stromer”, que él había observado por primera vez en los fósiles del norte de África. En casi todos los ecosistemas, antiguos y modernos, los herbívoros sobrepasan en número a los carnívoros. Sin embargo, a lo largo del borde norte del continente africano, desde las excavaciones egipcias de Stromer en el este hasta los yacimientos de Kem Kem en Marruecos al oeste, el registro de fósiles sugiere lo contrario. De hecho, esta región estaba habitada por tres carnívoros gigantes: el veloz *Bahariasaurus* de 12 metros de largo; el *Carcharodontosaurus* de 12 metros, como un *T. rex* africano, y el *Spinosaurus*, quizá el más grande y, en definitiva, el más extraño de todos. Stromer especuló que probablemente los grandes herbívoros estaban presentes –¿qué otra cosa comían los carnívoros?– pero que no muchos de sus huesos habían aparecido todavía. Otros científicos han sugerido que la paradoja es tan solo un error de muestreo o por los cazadores de fósiles, que

preferentemente seleccionan carnívoros grandes y espectaculares porque se venden mejor.

Con un *Spinosaurus* nuevo a la mano y el conocimiento de la ubicación donde se había encontrado, Nizar Ibrahim podía dar una respuesta más satisfactoria al acertijo de Stromer. Sin embargo, a primera vista los huesos nuevos hacían al animal más desconcertante. La superficie de las espinas dorsales era lisa, lo que significaba que quizá no hubieran sido el soporte de una gran cantidad de tejido, como una joroba. Las espinas tenían pocos canales para vasos sanguíneos, así que parece poco probable que se utilizaran para regular la temperatura corporal, como han conjeturado otros investigadores. Las costillas eran igualmente densas y muy curvadas, lo que creaba un torso en forma de barril muy poco común. El cuello era largo, el cráneo enorme, pero las quijadas eran muy delgadas y alargadas, con la punta del hocico peculiarmente arqueada y salpicada de hoyuelos pequeños. Las extremidades anteriores y la cintura torácica eran voluminosas, en tanto que las extremidades posteriores eran demasiado cortas y delgadas.

“El *Spinosaurus* era muy pesado al frente –afirma el paleontólogo Paul Sereno, asesor posdoctoral de Ibrahim en la Universidad de Chicago–. Es como una combinación de lagarto y perezoso”.

Ibrahim tenía una imagen de tamaño natural del cráneo del animal en la pared de su oficina y a menudo se le quedaba viendo. “Trataba de ver cada hueso, los músculos, el tejido conector, todo. A veces ahí estaba, por un instante, entonces se desvanecía como un espejismo. Mi cerebro no podía asimilar del todo tanta complejidad”.

Pero una computadora quizá sí. Junto con Simone Maganuco, en el museo de Milán, y Tyler Keillor, curador de fósiles y paleoartista en la Universidad de Chicago, Ibrahim emprendió la reconstrucción digital del dinosaurio. Realizaron un escáner de tomografía computarizada de cada hueso de su espécimen en Chicago y en Milán, después añadieron otras partes del cuerpo con escaneos de fotografías de especímenes de museos en Milán, París y otros lugares, así como imágenes digitales de las fotografías y los bocetos de Stromer. Keillor, experto en el programa de modelaje digital ZBrush, esculpió los huesos faltantes con la “arcilla

En 1944, casi todos los fósiles de Stromer fueron destruidos en un ataque sorpresa de los aliados. Todo lo que quedó del *Spinosaurus* fueron notas de campo, dibujos y fotografías.

digital” de ZBrush, completando su trabajo con escaneos de las mismas partes anatómicas en espinosáuridos relacionados como el *Suchomimus* y el *Baryonyx*. Al distribuir y dar forma a las 83 vértebras de su modelo, determinaron que un *Spinosaurus* adulto medía 15 metros desde la nariz hasta la cola. Ya había declaraciones de que el *Spinosaurus* era el mayor carnívoro que hubiera andado sobre la Tierra y esto lo confirmaba (el *T. rex* más grande mide 12.3 metros de la cabeza a la cola).

Luego envolvieron el esqueleto en una piel digital para crear un modelo dinámico que permitiera calcular el centro de gravedad del animal y su masa corporal, para entender cómo se movía. Su análisis los llevó a una conclusión sorprendente: a diferencia de otros dinosaurios depredadores, que caminaban sobre sus patas traseras, el *Spinosaurus* pudo haber sido un cuadrúpedo funcional que también utilizaba sus extremidades delanteras para caminar.

Pero las peculiaridades de la criatura empezaron a tener sentido solo cuando Ibrahim y sus colegas vieron al *Spinosaurus* como un dinosaurio que

pasaba la mayor parte de su tiempo en el agua. Las fosas nasales están ubicadas cerca de los ojos, lo que permitía que el animal respirara con gran parte de su cabeza sumergida en el agua. El torso con forma de barril recuerda a los delfines y a las ballenas, y la densidad de sus costillas y lo largo de sus huesos son similares a los de la vaca marina. Las patas traseras, con proporciones tan extrañas para caminar, perfectamente pudieron haber servido para remar, en particular si las garras planas en sus patas traseras estaban conectadas con membranas interdigitales como las de los patos, como sospechan los investigadores. Su quijada larga y delgada y sus dientes romos y cónicos como de cocodrilo deben haber sido devastadoramente eficaces para atrapar peces, y los hoyuelos en su hocico, también presentes en cocodrilos y lagartos acuáticos, quizá albergaban sensores de presión para detectar las presas en las aguas turbias. Ibrahim se imagina que el *Spinosaurus* cazaba inclinándose al frente para, con un chasquido, atrapar peces con su hocico.

Esta nueva visión del *Spinosaurus* como un dinosaurio semiacuático sugiere una solución posible al acertijo de Stromer. El río en el que este animal murió era uno entre muchos más grandes dentro de un sistema fluvial enorme que ocupaba gran parte del norte de África en el Cretácico. Ahí los carnívoros eran grandes y también la vida acuática, cuyos restos son comunes en los depósitos de Kem Kem: peces pulmonados de cuatro metros, celacantos de 2.5 metros, peces sierra de 7.5 metros y tortugas de gran tamaño. Estos animales habrían sido un alimento saludable incluso para el mayor de los depredadores, lo que obviaría la necesidad de herbívoros de gran tamaño para equilibrar la red alimenticia.

Todo esto le quedó claro a Ibrahim cuando vio la fase culminante del proyecto del dinosaurio digital: un esqueleto de *Spinosaurus* de tamaño natural en poliestireno de alta densidad, creado en parte con una impresora 3D. El esqueleto está montado en posición de nado, la cual Ibrahim cree que utilizaba hasta 80 % del tiempo. “Ojalá Ernst Stromer pudiera ver este modelo, que muestra cuán especializado como nadador se había vuelto el *Spinosaurus*. Lo habría hecho sonreír”. □

■ **Beca de la Sociedad** La reconstrucción del *Spinosaurus* estuvo financiada en parte por el Consejo de Expediciones y tu suscripción.



DETECTIVE DE HUESOS

El explorador emergente de National Geographic, Nizar Ibrahim (abajo), rastreó un esqueleto de *Spinosaurus* hasta el lugar preciso en el sureste de Marruecos, en donde un cazador de fósiles aficionado lo había encontrado años antes. En 2013, sus colegas italianos Cristiano Dal Sasso y Marco Audatore (arriba) excavaron en busca de más partes del esqueleto.





OTRO MUNDO

LAS ISLAS DE LA LÍNEA MERIDIONALES

Un paraíso subacuático en el remoto océano Pacífico –el cual incluye el mar que rodea la isla Caroline, que se muestra aquí–, quedará protegido gracias, en parte, al proyecto Mares Prístinos de National Geographic Society.



POR KENNEDY WARNE

FOTOGRAFÍAS DE BRIAN SKERRY

El pez unicornio de margen blanco es una de las 325 especies de peces registradas en las aguas de las islas de la Línea meridionales. Se desconoce el propósito de su cuerno, pero se sabe que no es para pelear; estos peces emplean unas espinas afiladas cerca de la cola para resolver las disputas territoriales.

“SI UN EXTRATERRESTRE TUVIERA
UN SOLO DÍA EN LA TIERRA Y QUISIERA
VER UN ARRECIFE DE CORAL –DICE
EL EXPLORADOR RESIDENTE DE
NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY,
ENRIC SALA–, LE MOSTRARÍA LA ISLA

del Milenio”, dice Eric Sala. Lo que ese extraterrestre vería es una parte del que quizá sea el archipiélago más prístino del Pacífico: cinco pequeñas islas remotas llamadas Caroline (o del Milenio), Flint, Vostok, Malden y Starbuck, conocidas en conjunto como las islas de la Línea meridionales. Las aguas alrededor de estas pequeñas motas de tierra, ubicadas entre 2 400 y 3 400 kilómetros al sur de Hawái, se cuentan entre los últimos lugares verdaderamente silvestres en un océano sobreexplotado.

Ahora la zona quedará protegida. El gobierno de Kiribati estableció recientemente una zona libre de pesca de 12 millas náuticas alrededor de cada isla, como parte de un esfuerzo a cargo de Sala, ecólogo marino, y el proyecto Mares Prístinos de National Geographic Society para documentar y conservar lo que resta de los ambientes marinos menos dañados del planeta. La creación de una reserva marina en las islas de la Línea meridionales es algo que Sala ha esperado desde

que dirigió una expedición a la región en 2009. “Estas islas nos ayudan a entender lo que significa ‘prístino’ –comenta–. Desde cualquier perspectiva, densidad de coral, biomasa de peces, número de superdepredadores o biodiversidad, su historia ecológica es increíble”.

Durante la expedición de 2009, los buzos pasaron más de 1 000 horas bajo el agua alrededor de las cinco islas. Lo que encontraron los dejó pasmados. En algunos arrecifes, los corales eran tan densos que cubrían 90 % del lecho del mar, una cifra inmensa si se compara con el 5 o 10 % que se encuentra en el Caribe.

Por todo el Pacífico, los saltos en la temperatura del agua causados por los eventos climáticos de El Niño han acabado con enormes cantidades de coral. Pero los arrecifes de las islas de la Línea no parecen afectados por el blanqueo o enfermedad alguna. “Sabíamos que esta región había sido muy golpeada por el calentamiento del





océano, y esperábamos ver corales muertos, pero los arrecifes quedaron intactos”, dice Sala.

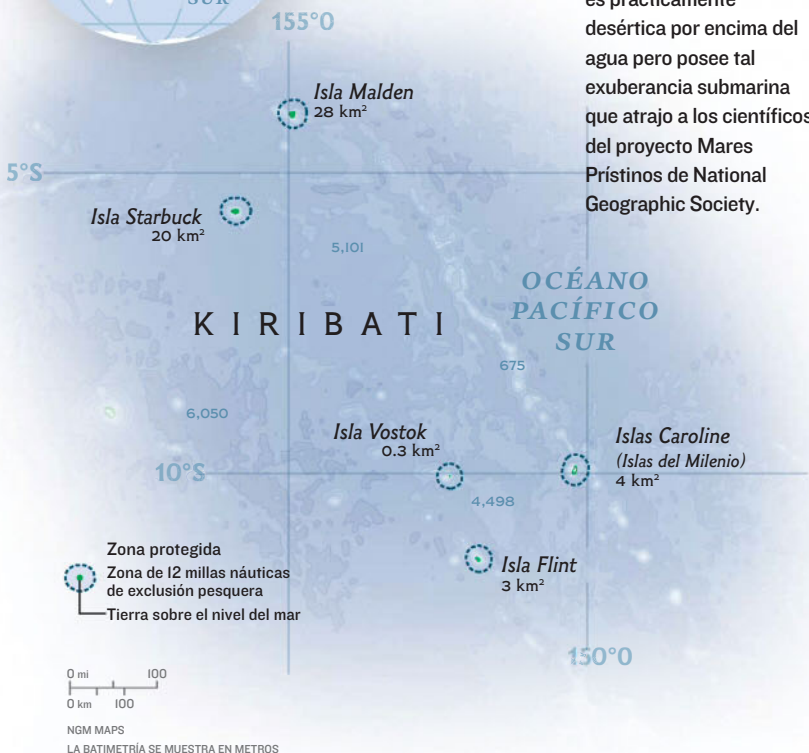
Los corales tienden a ser resistentes en lugares donde otros elementos también florecen. En partes de la laguna que se encuentra en la isla del Milenio, la densidad de almejas gigantes alcanza hasta 40 por metro cuadrado, una abundancia casi sin precedentes para criaturas muy codiciadas por su carne y sus conchas. “Las almejas gigantes han sido diezmadas en la mayoría de las lagunas de los atolones –afirma Sala–. En la laguna de Milenio los arrecifes están tapizados de almejas”.

La especie más común, *Tridacna maxima*, es mejor conocida por un nombre que parece una contradicción: la “pequeña almeja gigante”. Estos moluscos son un poco más largos que un balón de fútbol americano, pero parecen diminutos si se comparan con individuos de la mayor especie de almejas, *Tridacna gigas*, que pueden llegar a

medir hasta 1.3 metros de largo. Los pequeños gigantes parecen llevar lápiz labial azul, índigo, verde o de algún otro tono. El color viene de células con pigmento en el interior de sus mantos carnosos, que se asoman como labios ondulados cuando se abren las conchas.

Estos moluscos gigantes, que se alimentan por filtración, actúan como purificadores de agua. Los microbiólogos de la expedición midieron la concentración de bacterias en cada atolón que visitaron y encontraron que la laguna repleta de almejas de Milenio era la que presentaba menos. Las bacterias pueden causar enfermedades al coral, los peces, los moluscos y crustáceos como los cangrejos.

Pero las islas de la Línea meridionales no siempre han gozado de tan espléndido aislamiento. En los siglos XIX y XX, muchas fueron explotadas por recursos naturales como guano y cocos, y en 1957 el gobierno británico llevó a cabo pruebas



A vertical photograph of a tropical beach scene. In the foreground, the blue ocean with white-capped waves is visible. A wide, sandy beach stretches across the middle ground. On the right side of the beach, a single palm tree stands against a clear, light blue sky. The image is oriented vertically, matching the portrait orientation of the page.

Esas abundancias de depredadores podría perderse fácilmente. Sala calcula que bastarían unos cuantos meses para que una embarcación grande despojara los arrecifes de tiburones, a los cuales se pesca por sus aletas. Sin superdepredadores, los depredadores intermedios tal vez proliferarían,

92 NATIONAL GEOGRAPHIC • OCTUBRE DE 2014



caería el número de herbívoros y las algas superarían el coral.

En la isla del Milenio, los buzos vieron dos tiburones con ganchos de acero inoxidable en sus bocas. Un marinero francés atracado en la laguna dijo que había visto un barco palangrero mar adentro.

La decisión de Kiribati de proteger la vida marina de las islas podría ayudar a prevenir ese tipo de actividad, aunque lograr que se cumpla la reglamentación no será fácil. Los buques patrulla y los aviones de vigilancia son caros en lugares tan remotos. Las tecnologías modernas, incluido el monitoreo vía satélite y los sistemas de rastreo de navíos, pueden alertar a las autoridades sobre la presencia de cazadores furtivos, pero detenerlos antes de que causen daños ecológicos será todo un reto.

Otras amenazas podrían ser aún más abrumadoras. Los arrecifes tropicales tienen que

enfrentar un triple revés por cuenta del cambio climático: aumento del nivel del mar, temperaturas más altas en la superficie y acidificación del océano. Cualquiera de estos factores puede dañar los corales que forman los arrecifes, pero el impacto combinado podría ser devastador. El aumento del nivel del mar también pone en riesgo la supervivencia de pequeñas naciones isleñas. El presidente de Kiribati, Anote Tong, ha advertido repetidas veces que su país, erigido sobre arrecifes de coral, podría ser inhabitable para 2050, lo cual significa que más de 100 000 personas tendrían que abandonarlo. La conservación de arrecifes es vital para su pueblo. “Lo mejor que podemos hacer para ganar tiempo es asegurarnos de que los arrecifes tengan tanta estructura como sea posible, que la máquina ecológica tenga todas sus partes –advierte Sala–. Mientras más completo esté el arrecife, más resistente será al cambio climático”. □

Tiburones de punta negra, jureles de aleta azul y pargos de dos manchas (en primer plano) –siempre atentos a una comida potencial– se amontonan en un pasaje superficial hacia la laguna de la isla del Milenio. Superdepredadores como estos son un factor determinante en los arrecifes de coral más sanos del planeta.

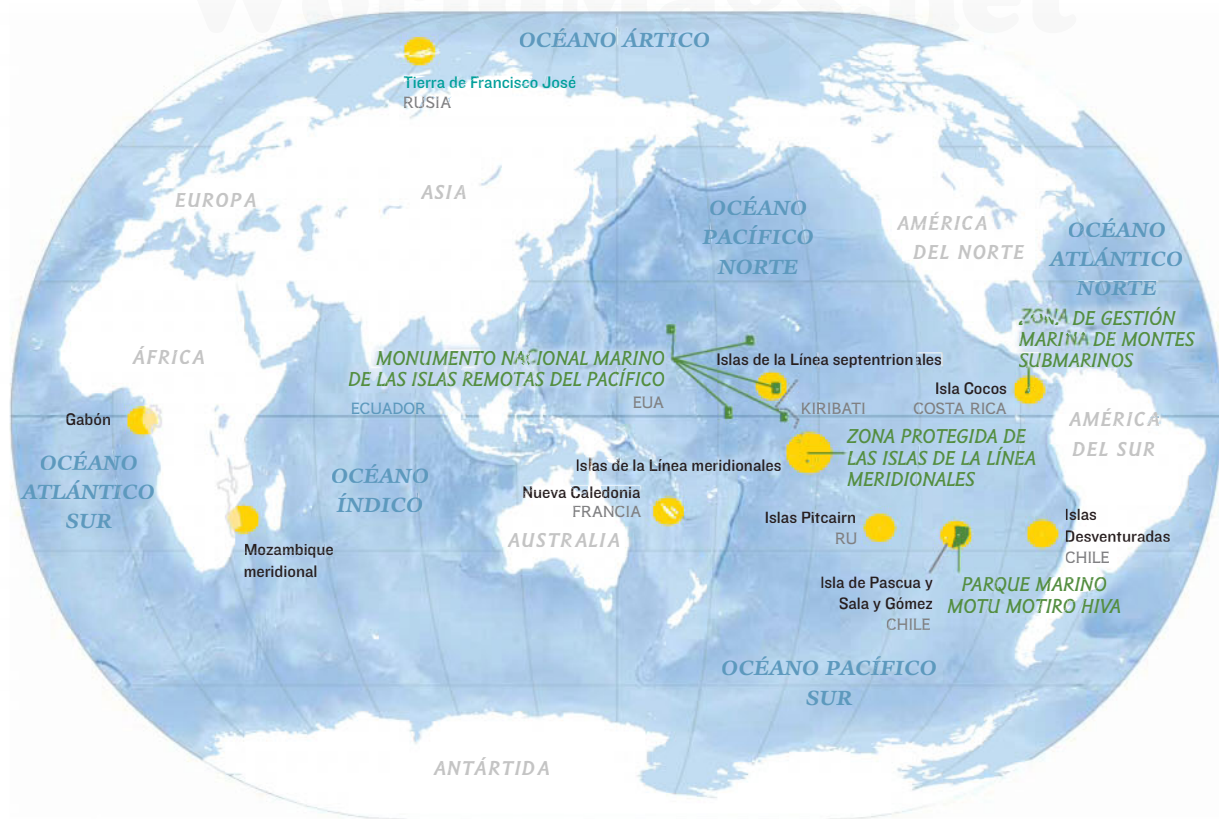






En otros lugares, el coral ha sido diezmado por el blanqueamiento y las enfermedades, pero en las islas de la Línea meridionales conserva su resiliencia. Los científicos creen que la clave son los ecosistemas intactos, en los que todas las especies nativas –incluidos los planctívoros, como el pez cirujano (abajo)– tienen un papel.





 Expediciones completadas

DONDE VIVEN LOS MONSTRUOS

El proyecto Mares Prístinos de National Geographic busca explorar, sondear y ayudar a proteger los últimos lugares silvestres del océano. Esos sitios son bibliotecas vivientes con información sobre cómo diversas partes de un ecosistema marino sano funcionan en conjunto. Sin embargo, su número disminuye en la medida en que las flotas de pesca a distancia extienden su alcance.

El equipo de los Mares Prístinos, dirigido por el explorador residente Enric Sala, ha llevado a cabo investigaciones en 10 sitios remotos y ha usado los hallazgos para influir en la legislación. Al trabajar en conjunto con gobiernos, fundaciones y otros grupos de conservación, Mares Prístinos ha contribuido a la protección de más de 385 000 kilómetros cuadrados de océano, incluido el Monumento Nacional Marino de las Islas Remotas del Pacífico (EUA), la Zona de Gestión Marina de Montes Submarinos (Costa Rica) y el Parque Marino Motu Motiro Hiva (Chile).

Al prohibir la pesca alrededor de las islas de la Línea meridionales, la nación insular de Kiribati ha bloqueado también la explotación del océano en la zona. “Bucear en las islas de la Línea meridionales revela lo que los mares fueron alguna vez, en toda su riqueza y con toda su maravilla –dice Sala–. Venir aquí nos ha hecho reconsiderar nuestro entendimiento de lo que es natural, nos ha dado un nuevo punto de referencia para poder medir arrecifes sanos y enfermos en el resto del mundo”.

 NATIONAL GEOGRAPHIC
PRISTINE SEAS

PRISTINESEAS.ORG

Listo cuando ella diga

El panda gigante macho es el pretendiente más resignado de la historia.

El objeto de su deseo, la hembra *Ailuropoda melanoleuca*, entra en celo una vez al año por un periodo que dura solo entre 24 y 72 horas. Se entiende que los pandas estén en peligro de extinción y que su procreación en cautiverio se monitoree con tanta precisión como se hace entre la realeza inglesa.

Con tales probabilidades de éxito, ¿qué opción le queda a un panda macho? Estar anatómicamente equipado y sexualmente listo en todo momento.

El periodo de fertilidad de las pandas puede presentarse en cualquier momento entre febrero y mayo. Para estar preparados, los machos empiezan a entrar en un periodo de actividad sexual incrementada a principios del otoño. Durante los cuatro meses del "tal vez" de las hembras, los testículos de los machos pueden aumentar dos o tres veces su tamaño normal.

Un grupo de científicos de Chengdu, China, estudió machos anestesiados y encontró que los espermatozoides eran más abundantes y con mayor motilidad durante la temporada pico de las hembras. En resumen, el candidato a papá panda hace su mayor esfuerzo convirtiendo esos meses en la mejor temporada para recolectar esperma y para los programas de cría en cautiverio.

Un pretendiente puede permanecer listo durante un periodo limitado. Para junio o julio, las gónadas de los pandas gigantes dejarán de producir hasta la siguiente temporada de reproducción. —Patricia Edmonds

HÁBITAT

China

ESTATUS

En peligro

DATOS FASCINANTES

El panda promedio devora bambú: más de 25 kilogramos al día.

Dados sus hábitos reproductivos, no sorprende que los pandas estén en peligro de extinción.

Este panda gigante fue fotografiado en el zoológico de Atlanta, Georgia, Estados Unidos.

JOEL SARTORE





¡SUSCRÍBETE!

Recibe 12 ejemplares por solo

\$ 359

pesos y llévate de regalo una práctica maleta

**obtén un
25%**

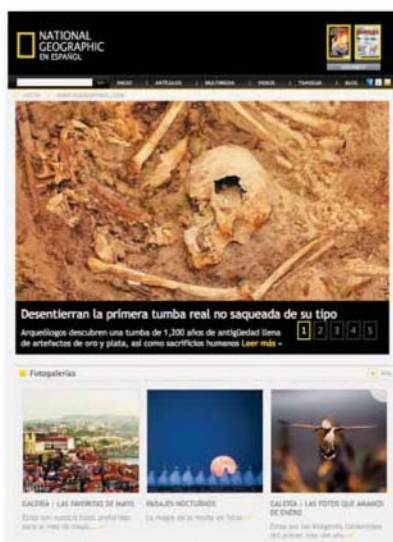
sobre el precio regular de 480 pesos

tususcripcion.com

01 800 REVISTA (7384782)



NATIONAL GEOGRAPHIC
EN ESPAÑOL



facebook.com/revistanatgeo



twitter.com/revistanatgeo



**Hay una forma de hacer las cosas
y hay una forma de hacerlas mejor.**

Se muestra con opciones.

**El Toyota Prius con Toyota Care.
Hagamos que las cosas cambien.**

Lavar tu auto bajo la lluvia es una manera divertida de ahorrar agua.

toyota.com/espanol

©2014 Toyota Motor Sales, U.S.A., Inc.



**Vayamos
Juntos**

WorldMags.net